

In Sachen der optischen Tiefenlokalisation.

Von

Dr. FRANZ HILLEBRAND,

ord. Professor d. Philosophie an der Universität in Innsbruck.

(Mit 1 Figur.)

I. Das Objekt der Kontroverse und der gegenwärtige Stand derselben.

In den Jahren 1859 und 1861 hat WUNDT¹ eine Reihe von Untersuchungen veröffentlicht, welche den Einfluss von Akkommodation und Konvergenz auf die Tiefenlokalisationen zum Gegenstande haben. Was die Bedeutung der Akkommodation für das Tiefensehen anlangt, so dürfte WUNDT wohl der Erste gewesen sein, der dieselbe einer systematischen Prüfung unterwarf; über die Bedeutung der Konvergenz waren zwar schon vor WUNDT etliche Versuche gemacht worden, aber — soviel mir bekannt — meistens unter Bedingungen, welche eine simultane Stereoskopie und somit eine relative Lokalisation eines Objektes im Verhältniss zu einem andern nicht ausschlossen — wie das immer der Fall ist, sobald ausser dem fixirten Objekt noch ein anderes unterscheidbares Objekt im Gesichtsfeld vorhanden ist. Die Resultate WUNDT's haben denn auch in die meisten physiologischen, ophthalmologischen und psychologischen Kompendien Eingang gefunden.

¹ Zuerst erschienen in der *Zeitschr. f. rationelle Medizin* von HENLE u. PFEUFFER, III. Reihe, Bd. VII und XII; wiederabgedruckt in „*Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung*“, Leipzig und Heidelberg 1862.

Mir schienen diese Untersuchungen in mehrfacher Beziehung nicht einwandfrei zu sein. Ich habe aus diesem Grunde im Jahre 1893 die Frage nach der Bedeutung von Akkommodation und Konvergenz für die Tiefenlokalisation von Neuem in Angriff genommen und die Ergebnisse dieser Untersuchung im VII. Bande dieser Zeitschrift veröffentlicht.¹ Wie ich kurz erwähnen will, bestanden meine wesentlichsten methodischen Abweichungen von WUNDT erstens darin, dass ich Binokularversuche prinzipiell ausschloss (aus Gründen, die ich unten noch einmal in Erinnerung bringen werde) und zweitens darin, dass ich als Fixationsobjekte nur solche Gegenstände wählte, welche nach der einen Dimension sich stets über den ganzen erleuchteten Theil des Gesichtsfeldes erstreckten, nach den anderen Dimensionen aber schlechterdings ohne Ausdehnung waren, so dass also ein Näher- oder Fernerrücken des Objektes auf keinen Fall eine Aenderung des scheinbaren Durchmessers (und damit der scheinbaren Grösse) zur Folge haben konnte und daher ein Erkennen des Näher oder Ferner auf Grund dieses Kriteriums (sc. der Bildgrössenveränderung) jedenfalls gänzlich ausgeschlossen war. Ebenso war für Ausschluss parallaktischer Verschiebungen durch etwa unterscheidbare Details, sowie überhaupt für den Ausschluss aller sonstigen sog. empirischen Lokalisationsmotive strenge Sorge getragen. Auf diese Weise glaubte ich von sämtlichen Lokalisationsmotiven, die man überhaupt als für die Tiefendimension maassgebend erachten konnte, nur mehr die Akkommodationsänderungen und die mit diesen, vermöge der bekannten physiologischen Assoziation, verknüpften Konvergenzänderungen bewahrt zu haben. Der Erfolg dieser Versuche konnte von vornherein nur in einer von den folgenden zwei Arten ausfallen: entweder wurden die Entfernungsänderungen des Fixationsobjektes erkannt oder sie wurden nicht erkannt; ersterenfalls würden, wie ich damals auseinandersetzte, die Versuche nicht entschieden haben, ob die Akkommodationsänderung allein oder die gleichzeitig mit ihr stattfindende Konvergenzänderung allein die Grundlage für das Erkennen der Distanzänderung abgaben, eben weil die Konvergenz auch bei Ausschluss des andern Auges vom Sehakt sich dennoch mit der Akkommodation gleich-

¹ „Das Verhältniss von Akkommodation und Konvergenz zur Tiefenlokalisation“, *diese Zeitschr.* Bd. VII, S. 97.—151.

zeitig mitändert. Diesfalls würden also die Versuchsergebnisse einer doppelten Interpretation fähig gewesen sein. Würden aber die Versuche entgegengesetzt ausfallen, d. h. würde sich zeigen, dass Entfernungsänderungen des Objektes nicht erkannt werden, dann war — so sagte ich mir — die Frage sowohl für die Akkommodations- als auch für die Konvergenzänderungen im negativen Sinne entschieden.

Thatsächlich haben nun meine damals angestellten Versuche dieses negative Resultat ergeben. Auf Grund von Ueberlegungen, auf die ich noch später eingehend zu sprechen kommen werde, glaubte ich mich darum zu dem Schlusse berechtigt, dass eine Tiefenwahrnehmung auf Grund centripetaler Muskelempfindungen, sei es, dass diese von der Akkommodationsmuskulatur, sei es, dass sie von der äusseren Augenmuskulatur herrühren, überhaupt nicht existire.

Die Ergebnisse dieser Arbeit sind inzwischen von zwei Psychologen geprüft und bestritten worden: im Jahre 1895 von E. T. DIXON¹, und sodann erst kürzlich von MAXIMILIAN ARBER². Beide Herren haben meine Versuche wiederholt und deren unmittelbare Ergebnisse — von graduellen Abweichungen abgesehen — bestätigt gefunden; keiner von ihnen hat sich aber mit meinen Schlussfolgerungen befreunden können, vielmehr halten Beide daran fest, dass man Tiefenunterschiede auf Grund centripetaler Muskelempfindungen wahrnehmen könne. Indessen geht ARBER in seiner Opposition viel weiter als DIXON; nicht nur die Schlussfolgerungen hält er für verfehlt; vielmehr scheint ihm meine ganze Versuchsmethode von vornherein ungeeignet zur Erledigung der Frage, der sie dienen sollte. Hatte ich als Objekte Kanten gewählt, also Begrenzungslinien, die nach der Breite schlechterdings ausdehnungslos waren, so kehrt ARBER wieder zu den Fäden zurück, die er allerdings möglichst dünn wählt. Hatte ich Binokularversuche prinzipieller Bedenken wegen von vornherein ausgeschlossen, so experimentirt ARBER seinerseits sowohl binokular als monokular. Hatte ich grundsätz-

¹ „On the Relation of Accommodation and Convergence to our Sense of Depth“ im „*Mind*“ New Series Vol. IV. S. 195—212.

² Ueber die Bedeutung der Akkommodations- und Konvergenzbewegungen für die Tiefenwahrnehmung“ in WUNDT'S *Philos. Studien* XIII. Bd. S. 116—161 und S. 222—304.

lich nur successive Vergleiche zugelassen, so hält es ARNER wieder nicht für überflüssig ihnen auch noch Simultanvergleiche zuzugesellen. Ja nicht einmal der Boden der allgemeinen logischen Methodenlehre ist uns Beiden gemeinsam: während ich gemeint hatte, der Einfluss der Akkommodation (und Konvergenz) sei am Besten zu studiren, wenn man nicht allein auf diejenigen Fälle achtet, in welchen die Akkommodation mit andern notorischen Lokalisationsmotiven zusammen besteht, sondern vor Allem auf diejenigen, in welchen die Akkommodation künstlich isolirt wird, da es doch gar kein Interesse hat sonstige Mitursachen, von denen schon anderwärts bekannt ist, dass sie Tiefenvorstellungen auslösen können, mit der Akkommodation zusammenwirken zu lassen und so jedenfalls Ergebnisse zu schaffen, von denen es nicht sicher ist, ob sie nicht auf Rechnung jener Mitursachen allein zu setzen sind — während ich also auf Grund solcher Ueberlegungen auf möglichste Isolirung der Akkommodation ausgegangen war, greift ARNER dieses Vorgehen schon an der Wurzel an. „Es ist also,“ sagt er S. 303 „nicht nothwendig, um die Leistung nur eines Motivs kennen zu lernen, alle übrigen auszuschliessen, ja, es ist sogar irrig, zu meinen, dass man auf diesem Wege zu besserer Erkenntniss gelangen könne, denn die einzelnen Motive sind niemals für sich allein wirksam, sondern nur in Gemeinschaft mit andern. Die Untersuchungen im Laboratorium haben es doch mit Fragen zu thun, die dem wirklichen Bewusstseinsleben entnommen sein sollen; diese Untersuchungen werden aber nothwendig werthlos werden, oder doch nur als negative Ergänzung zu andern in Betracht kommen können, wenn darin Bedingungen geschaffen werden, die mit dem wirklichen Leben schlechterdings nichts mehr gemeinsam haben.“

Ich bin nun freilich der Ansicht, dass, wenn man psychische Erscheinungen unter Bedingungen stellt, welche von den normalen Bedingungen des gewöhnlichen Lebens so weit wie nur immer abweichen, man es doch noch immer mit Fragen des „wirklichen“ Bewusstseinslebens zu thun hat; auch glaube ich, dass sich die Naturforscher bestens bedanken würden, wenn man ihnen die künstliche Isolirung der einzelnen Theilursachen einer Erscheinung verwehren würde mit der Motivirung, sie schafften hier Bedingungen, „die mit dem wirklichen Leben schlechterdings nichts mehr gemeinsam haben.“ Doch will ich späteren

kritischen Bemerkungen nicht vorgreifen; ich wollte dem Leser nur ein beiläufiges Bild von der Divergenz der Ansichten meines Kritikers und der meinigen entwerfen, um damit die Weitläufigkeit der folgenden Entgegnung zu rechtfertigen.

Neues Thatfachenmateriale — das will ich gleich jetzt bemerken — werde ich nicht beibringen. ARREER und DIXON haben bei Wiederholung meiner Versuche die unmittelbaren Ergebnisse derselben bestätigt gefunden — abgesehen von einigen graduellen Abweichungen; hier wäre also eine weitere Häufung von Versuchen ziemlich bedeutungslos. Weiter hat besonders ARREER ein nicht unbeträchtliches Material an neuen Versuchen beigebracht, deren Bedingungen von den meinigen nach verschiedenen Seiten hin abweichen. So scheint es mir denn förderlich, ehe man an weitere Variationen der Versuchsumstände geht, vorerst einmal nachzusehen, was sich aus den schon vorhandenen Versuchen erschliessen lässt. Dabei wird sich die Gelegenheit finden neben der Kritik der beiden genannten Arbeiten auch in der positiven Lösung des einen oder andern, auf die Tiefenlokalisierung bezüglichen Problems einen Schritt weiter zu machen. Namentlich hoffe ich in die Frage nach der Lokalisation des „Kernpunktes“ und der „Kernfläche“ einige Klärung zu bringen und so den gegenüber HERING so oft erhobenen Vorwurf, dass seine Theorie nur den relativen Lokalisationen Rechnung trage, während derjenige Punkt, relativ zu welchem alle andern Ortsbestimmungen erfolgen sollen, in seiner Lokalisation ganz unbestimmt sei und somit sein ganzes Raumsystem in der Luft hänge, als einen bloß scheinbaren und durch Missverständnisse verursachten darzuthun.

Zunächst aber wende ich mich zu derjenigen Kritik, welche ARREER an meiner Versuchsanordnung geübt hat. Sie bezieht sich hauptsächlich auf zwei Momente:

1. auf die Anwendung solcher Fixationsobjekte, die beim Wechsel der Entfernung keine Aenderung des scheinbaren Durchmessers zulassen; und

2. auf den prinzipiellen Ausschluss aller binokularen Versuche, der von mir als wesentlich behauptet von ARREER aber verworfen worden ist.

Im Anschluss an Punkt 1 will ich auch die Frage erörtern, ob Fixationsobjekte von der Art wie sie ARREER angewendet

(Fäden) überhaupt eine eindeutige Interpretation der Versuche zulassen.

Ich habe bei meinen Versuchen Begrenzungslinien zwischen zwei Flächen als Objekte benützt. Die eine Hälfte des Gesichtsfeldes wird durch einen schwarzen Kartonschirm gebildet, dessen vertikale, das Gesichtsfeld halbirende Kante scharf geschnitten ist, so dass an ihr gar kein Detail zu sehen ist; der Schirm ist nach der Tiefe verschiebbar. Die andere Hälfte bildet eine matte weisse Glastafel, die durch zwei Lampen gleichmässig beleuchtet ist und ebenfalls keine Details erkennen lässt; sie ist weiter entfernt als der bewegliche Schirm und steht fest. Die Umgrenzung des Gesichtsfeldes ist gegeben durch einen kurzen Tubus, dessen Kontur wegen der sehr geringen Entfernung vom Auge unter allen Umständen stark verwaschen erscheint.¹

Bei der einen Versuchsreihe wird der Schirm bei fortwährend fixirendem Blicke so verschoben, dass die Akkommodation ohne Schwierigkeit folgen kann. Bei der zweiten Versuchsreihe ist die Aenderung der Entfernung keine kontinuierliche sondern eine abrupte. Dabei werden zwei Schirme angewendet, ein linker und ein rechter, und zwar in der Weise, dass in dem Augenblicke, in welchem z. B. der linke Schirm aus dem Gesichtsfeld verschwindet, der rechte in dasselbe eintritt. Die vertikale Grenzlinie des zweiten Schirmes nimmt genau die Stelle ein, welche vorhin die des ersten innegehabt hatte. Die Einrichtung ist so getroffen, dass der Wechsel der Schirme mit einem plötzlichen Ruck erfolgen kann.

Bei der ersten Versuchsanordnung (kontinuierliche Verschiebung) konnte keiner der Beobachter die Entfernungsänderung mit Sicherheit erkennen, selbst wenn die grössten, innerhalb der individuellen Akkommodationsbreite der einzelnen Beobachter möglichen, Exkursionen gemacht wurden. Beginn und Ende der Bewegung konnte keiner der Beobachter richtig angeben; über die Richtung der Bewegung wurde in der Mehrzahl der Fälle das Urtheil ganz zurückgehalten, wenn aber Urtheile abgegeben wurden, so sehr oft falsche.²

¹ Näheres über die Versuchseinrichtung findet man in der citirten Abhandlung S. 108 ff.

² Genaueres in der citirten Abhandlung S. 118 ff.

In der zweiten Versuchsreihe (abrupter Wechsel zweier Kanten) unterlagen die Ergebnisse grösseren individuellen Verschiedenheiten; doch ist aus allen Beobachtungen zu erkennen gewesen, dass hier die Bedingungen für die Beurtheilung des Ferner und Näher entschieden günstigere waren als bei kontinuierlicher Aenderung der Distanz. So konnten Entfernungsunterschiede, die einer Differenz von 1 Dioptrie entsprachen, von manchen Beobachtern konstant und mit Sicherheit erkannt werden.¹

Nun hat ARBER bereits die Versuchsanordnung als prinzipiell verfehlt angegriffen.

Sein Gedanke ist, kurz gesagt, der: die Lokalisation des Objektes B relativ zum Objekte A ist nur möglich, wenn die absolute Lokalisation von A in bestimmter und anschaulicher Weise vor sich geht. „. . . ich meine, wo der Beobachter, sei es aus was immer für einem Grunde, nicht dazu gelangt sich eine solche anschauliche Vorstellung von der Distanz eines Objektes zu bilden, er auch nicht erkennen kann, ob eine ihm später gezeigte Distanz grösser oder geringer ist als eine unmittelbar vorher angeschaute.“²

In meinen Versuchen — so geht das Argument weiter — ist nun thatsächlich kein Anhaltspunkt für eine absolute Lokalisation der ersten Kante in bestimmter und anschaulicher Weise gegeben: also darf man schon von vornherein nicht verlangen, dass die zweite Kante relativ zur ersten richtig lokalisiert werden kann. Meine Resultate konnten daher nur negativ ausfallen und mein Schluss, dass wir Tiefenunterschiede nicht auf Grund von Muskelempfindungen erkennen können, war also unberechtigt. Er wäre berechtigt gewesen, wenn ich für Umstände gesorgt hätte, die eine bestimmte absolute Lokalisation des ersten Objektes würden möglich gemacht haben.

„Wie sollte da aber,“ so fragt ARBER, „eine relative Tiefenschätzung möglich sein, wenn der Beobachter überhaupt keine bestimmte Vorstellung von der Entfernung der ersten Kante hat?“ (S. 285.)

Die „Akkommodationsbewegungen und -empfindungen konnten nicht schon allein zum Schätzen der Tiefe verhelfen, weil

¹ Näheres darüber in der citirten Abhandlung S. 126 ff.

² a. a. O. S. 258 und an zahlreichen anderen Stellen.

es an einer bestimmten und anschaulichen Tiefenvorstellung fehlte, innerhalb deren sie eine eindeutige Rolle spielen konnten.“ (S. 292.)

Angenommen, es knüpften sich an die Akkommodations- bzw. Konvergenzempfindungen Tiefenvorstellungen, so seien diese Empfindungen — meint ARNER — für sich allein doch nicht im Stande solche Tiefenvorstellungen associativ wachzurufen; es gehörten dazu noch „gewisse charakteristische Eigenschaften des Objektes selbst,“ Eigenschaften, die eben bei meiner Versuchsanordnung fehlten. „Ein isolirter Punkt oder eine mathematische Linie aber ist in diesem Sinne kein Objekt.“ (S. 296.)

Die Ueberlegungen, welche mich zu meiner Versuchsanordnung veranlassten, enthielten, so meint ARNER, „psychologisch Unmögliches“. Man müsse nämlich bedenken, dass jede Art von Tiefenlokalisierung selbstverständlich relativ zum vorstellenden Subjekt stattfinden müsse, und dass ferner in der Vorstellung, welche lokalisiert werden soll, diejenigen Raumwerthe bereits enthalten sein müssen, die ihre Lokalisation bedingen. „Welche Raum-, vor allem Tiefenwerthe besitzt aber eine mathematische Linie auf dem mittleren Längsschnitte nur einer Netzhaut? Keine andern als Null. Und um dieses Null zu lokalisieren, fehlt dann jedes Motiv. Auch der bewusste Wille vermag es nicht, denn hier fehlt ihm erst recht eine Vorstellungsgrundlage.“ (S. 298.)

ARNER hat durch die Aussagen, welche seine Versuchspersonen über ihr Verhalten sowohl bei binokularen als auch monokularen Beobachtungen machten, seine Behauptung von der Abhängigkeit der relativen Lokalisation von der absoluten auch empirisch zu rechtfertigen versucht. Ehe ich aber darauf sowie auf die oben citirten Bemerkungen kritisch eingehe, will ich einige Worte über den Begriff der unbestimmten Lokalisation vorausschicken.

II. Ueber den Begriff „Unbestimmte Lokalisation“.

Wenn im absolut leeren Gesichtsfeld etwa ein Faden von unbekannter Dicke und ohne unterscheidbare Details oder eine Kante (wie in meinen Versuchen) sichtbar wird, und wenn ein andermal ein ebensolches Objekt (Faden, Kante) in einem mit

allen möglichen Objekten erfüllten Sehfeld, etwa im Studierzimmer, erscheint, so bemerkt Jedermann, dass ihn der ganze Vorstellungskomplex im zweiten Fall sofort in Stand setzt, ein bestimmtes (ob richtiges oder unrichtiges ist hier gleichgiltig) Urtheil über die Tiefenlage des betreffenden Objektes abzugeben, dass er aber im ersten Falle sich dazu nicht in gleichem Maasse befähigt fühlt. Dieser unmittelbar bemerkbare Unterschied zwischen beiden Situationen ist es, den der Beobachter mit den Worten charakterisirt, das Objekt sei im einen Falle bestimmt zu lokalisiren, im andern nicht. Ich will dazufügen, dass dieses Bewusstsein der Unbestimmtheit sowohl bei monokularer als auch bei binokularer Betrachtung vorhanden sein kann, dass es aber im ersteren Falle ungleich eindringlicher ist. WUNDT z. B. hat dies in beiden Fällen beobachtet und ARBER stimmt in Betreff der monokularen Beobachtung WUNDT zu,¹ während er für die binokularen Versuche der Ansicht zuneigt, dass die absolute Lokalisation eine bestimmte sei (a. a. O. S. 232). Doch wie dem auch immer sei, uns interessirt im Augenblick nur die Frage, was der Ausdruck „unbestimmt lokalisiren“ überhaupt für einen Sinn hat. Zu sagen, ein Sehobjekt habe eine Tiefenlage, aber keine bestimmte, das wäre ein offener Nonsens, dessen sich übrigens ARBER nicht schuldig gemacht hat. Auch das kann man vernünftigerweise nicht sagen, dass ein solches Sehobjekt gar keine Tiefenlage habe. ARBER meint zwar, wie ich oben erwähnt habe, eine mathematische Linie, auf dem mittleren Längsschnitt eines Auges sich abbildend, habe den Tiefenwert Null und könne daher nicht lokalisirt werden. Ich glaube aber, dass selbst ARBER das nicht in dem Sinne verstanden wissen wollte, dass diese Vorstellung schlechterdings gar keine Beziehung zur dritten Dimension des Sehraums habe. Denn schon das unmittelbare Urtheil, dass sie diesseits des beleuchteten Hintergrundes liege, involvirt eine solche Beziehung zur dritten Dimension. Und auch wenn man einen einzelnen Faden monokular betrachtet (was ARBER gegenüber meinen Kantenversuchen für die bessere Versuchsanordnung hält), so mag man über seine absolute Entfernung noch so sehr im Unklaren sein, die Beziehung zur dritten Dimension

¹ Vgl. seine Abhandlung S. 135.

liegt doch vor, dass man ihn jedenfalls vor oder in die Hintergrundsfläche, niemals aber jenseits derselben lokalisiert.

ARRER gegenüber könnte ich auch ein argumentum ad hominem ins Feld führen: bei meinen monokularen Kantenversuchen war es, wenn die Kanten abrupt gewechselt wurden, möglich, bei hinreichend grossem Entfernungsunterschied mit Sicherheit anzugeben, ob die zweite Kante vor oder hinter der ersten gelegen sei. Wenn es nun wahr ist, was ARREER sagt, dass ein relatives Distanzurtheil nur möglich sei, wenn man sich eine bestimmte Vorstellung von der absoluten Entfernung der ersten Kante macht, dann darf man schliessen: wo die relative Entfernung mit Sicherheit erkannt wurde, dort musste die erste Kante auch mit Bestimmtheit lokalisiert worden sein. Ich betone aber, dass ich dieser letzteren Erwägung nur den Werth eines argumentum ad hominem beilege.

Was man in Wahrheit meint, wenn man von einer „unbestimmten Lokalisation“ spricht, ist, dass die gesammten äusseren Bedingungen nicht hinreichen, um dem Sehobjekt ein bestimmtes Ortsdatum nach der dritten Dimension zu verschaffen, entweder überhaupt oder innerhalb gegebener Grenzen. Es liegt kein durch die äusseren Bedingungen bestimmter Zwang vor, eine mathematische Linie, die sich auf dem mittleren Längsschnitt einer Netzhaut abbildet im sonst leeren Gesichtsfeld in diese oder in jene Entfernung zu lokalisieren. Darin stimme ich mit ARREER überein und auch in der Definition des Begriffes „bestimmte Lokalisation“ sind wir einig, insofern auch ARREER dort von einer solchen spricht, wo „die Entfernungsvorstellung eine von gleichen äusseren Bedingungen bestimmte und nicht von Fall zu Fall wechselnde ist“ (a. a. O. S. 232).

Wo aber die äusseren Bedingungen zu einer bestimmten Tiefenlokalisation nicht hinreichen, dort ist den verschiedensten inneren Bedingungen vollkommen freier Spielraum gelassen. Die Tiefenvorstellung kann dann von einem Momente zum anderen wechseln; in jedem einzelnen Momente ist sie wohl eine bestimmte, sie ist aber keine konstante, wie dies dort der Fall ist, wo sie durch die Gesammtheit der Reizverhältnisse (äussere Bedingungen) ein für alle Mal gegeben ist und daher nicht wechseln kann, so lange die äusseren Bedingungen dieselben bleiben. Das ist es eigentlich, was man unter „unbestimmter Lokalisation“ versteht. Derartige Tiefenvorstellungen sind u. A. auch der Willkür in hohem Maasse unterworfen, eben

weil die äusseren Bedingungen gar keine bestimmte Lokalisation erzwingen. Beobachtungen dieser Art kann man bei haplo-
skopischen Versuchen jeden Augenblick machen. Bietet man
in einem Spiegelhaploskope den beiden parallel gerichteten
Augen je ein System feiner vertikaler Fäden, die sich von
gleichmässigen weissen Hintergründen ohne unterscheidbare
Details abheben, so kann man sich das Verschmelzungsbild
weiter und näher vorstellen, obzwar die Augen in Ruhe waren,
kein scheinbarer Durchmesser sich verändert hat, kurz alle
äusseren Eigenschaften der Reize dieselben geblieben sind. Ver-
wendet man unbelegte Glasspiegel, die im durchfallenden Lichte
einen Hintergrund von bekannter Entfernung (aber auch ohne
Merkmale) sehen lassen, so kann man auf diese Weise das
Verschmelzungsbild auf diesem Hintergrund „projizieren“; und
wenn die Entfernung dieses Hintergrundes auf Verlangen des
Beobachters in bestimmter Weise geändert wird, so kann man auch
das Verschmelzungsbild in jeder Weise seine Entfernung wech-
seln lassen. Bildet ein Stück reinen Himmels den Hintergrund,
so kann man das Bild auch auf den Himmel „projizieren“. Bei
derartigen Änderungen bemerkt man auch, dass sich die schein-
baren lateralen Abstände der Fäden des ganzen System mit-
ändern und dass die scheinbare Dicke der Fäden sich dement-
sprechend mitändert, so dass sie z. B. bei einer solchen Pro-
jektion auf den gleichmässigen Himmel wie dicke Drähte aus-
sehen u. dergl. m. Und doch sind alle physiologischen Momente,
die nur irgend auf die Tiefenvorstellung Bezug haben können,
dieselben geblieben: die Netzhautbilder haben weder ihre Grösse
noch ihre Lage geändert, an den Disparationsverhältnissen war
nichts geändert (bezw. es waren überhaupt keine Disparationen
da, wenn das ganze Fadensystem in einer zur Frontalebene
parallelen Ebene erschien), die Akkommodation war dieselbe und
die Konvergenz war unverändert.

Man wende nicht ein, dass durch den verschiedenen Hinter-
grund eine Änderung in den äusseren Verhältnissen einge-
treten sei. Gleichmässig beleuchtete Flächen ohne unterscheid-
bare Details bieten ja keinen Hintergrund, der einen physiologi-
schen Anlass zu einer bestimmten Tiefenlokalisation abgäbe.
Dasjenige, was macht, dass ich das Faden-Verschmelzungsbild
in eine bestimmte Entfernung lokalisire, ist nicht das Sehen,
dass der Hintergrund eine bestimmte Distanz habe, etwa 5 m

entfernt sei, sondern bloss das Wissen, dass er diese Entfernung habe, also ein Umstand, der nicht zu den äusseren Reizbedingungen gehört, sondern nur durch die Phantasievorstellung von einer gewissen Entfernung für die Lokalisation des Faden-Verschmelzungsbildes maassgebend wird.

Es gelingt übrigens auch bei unverändertem Hintergrund das Verschmelzungsbild variabel zu lokalisieren, je nachdem man sich von demselben (willkürlich) diese oder jene Entfernungsvorstellung machen will. Natürlich wird dieser Effekt aber erleichtert, wenn man sich vorher über die Lage des Hintergrundes im Zimmer orientiert und erst dann an das Haploskop tritt. Wesentlich ist nur, dass man während der haploskopischen Beobachtung durch keine äussere Bedingung zu einer bestimmten Lokalisation des Hintergrundes gezwungen ist.

So viel, glaube ich, darf man also mit Sicherheit behaupten: was man gewöhnlich unbestimmte Lokalisation nennt, ist thatsächlich nichts anderes als eine Lokalisation, welche durch keine Besonderheit des äusseren Reizes bestimmt ist. Sie ist bloss von centralen Bedingungen abhängig und kann daher bei konstanten äusseren Reizbedingungen variabel sein, sobald nur jene centralen Bedingungen variabel sind. In jedem einzelnen Moment ist sie aber eine bestimmte; der Ausdruck „unbestimmt“ sollte ersetzt werden durch den Ausdruck „variabel bei konstanten äusseren Bedingungen“. Bleibt man aber bei dem herkömmlichen Terminus „unbestimmte Lokalisation“, so soll man sich wenigstens bewusst sein, dass damit kein deskriptives, sondern ein auf Entstehungsursachen bezügliches, also genetisches Merkmal der Empfindung gemeint ist.

ARRER meint, die Ueberlegung, welche mich zu meiner Versuchsanordnung veranlasste, sei „von vornherein gänzlich verfehlt“, sie trage „psychologisch Unmögliches“ in sich (S. 298). Und warum? Weil „in der Vorstellung, welche lokalisiert werden soll, diejenigen Raumwerthe bereits enthalten sind und sein müssen, die ihre Lokalisation bedingen“, eine mathematische Linie aber unter den angegebenen Verhältnissen den Tiefenwerth Null besitze.

Der erste Satz ist so, wie ihn ARREER ausspricht, falsch. Wenn die „Raumwerthe“ in der Vorstellung „enthalten“ sind, dann sind sie phänomenale Eigenschaften der Vorstellung selbst; dann aber „bedingen“ sie nicht den (scheinbaren) Ort des

Vorstellungsinhaltes, sondern sie sind sein scheinbarer Ort. Wenn ich sage: in einem Schallphänomen ist dessen Intensität „enthalten“, dann kann ich mit „Intensität“ nur eine bestimmte Eigenschaft dieses Schallphänomens selbst meinen (und nicht etwa seiner Ursache), und ich darf nicht mehr sagen, das Laut oder Leise sei durch diese bestimmte Intensität „bedingt“, weil ja das Laut oder Leise eben diese Intensität ist. Versteht nun ARBER unter „Raumwerth“ hier ein phänomenales Datum der Vorstellung selbst (d. h. also ihren scheinbaren Ort), dann ist die Behauptung, eine lokalisirte Vorstellung müsse ihre Raumwerthe „in sich enthalten“ zwar richtig, aber eine reine Tautologie, aus der man kein Argument machen kann.

Meint aber ARBER unter „Raumwerth“ eine Eigenschaft, die nicht der Vorstellung selbst, sondern ihren äusseren Bedingungen zukommt (etwa der Lage des Netzhautbildes, dem Konvergenz- oder Akkommodationsgrad u. dergl.), dann ist es erstens gar nicht „von vornherein“ verfehlt zu sagen, dass die Lokalisation einer Vorstellung auch noch von andern Momenten als blos von jenen äusseren Bedingungen abhängen kann, m. a. W., dass die Raumwerthe der äusseren Bedingungen der Vorstellung die Lokalisation der Vorstellung selbst nicht immer eindeutig zu bestimmen brauchen; und zweitens ist eine derartige Behauptung weit entfernt von vornherein verfehlt zu sein, vielmehr ein Ausdruck für zahlreiche Erfahrungen, von denen gewiss auch ARBER die eine oder andere kennen wird. Ich habe oben auf einige derselben aufmerksam gemacht. Ich will noch hinzufügen, dass das monokulare Invertiren perspektivischer Zeichnungen ebenfalls hierher gehört, wobei die blose Absicht hinreicht, dieselbe Kante oder denselben Eckpunkt nach vorn oder nach rückwärts zu lokalisiren, während sämtliche periphere physiologische Bedingungen konstant bleiben. In der Zeichnung selbst, bezw. in ihrem Netzhautbild liegt gar kein Motiv, den betreffenden Eckpunkt so oder anders zu lokalisiren. In diesem Sinne könnte ARBER ebenfalls sagen, er habe den Tiefenwerth Null, und um dieses Null zu lokalisiren, fehle jedes Motiv. „Auch der bewusste Wille vermag es nicht, denn hier fehlt ihm erst recht eine Vorstellungsgrundlage“ (S. 298).

Anmerkung. Ich verstehe überdies die Begründung „denn hier fehlt etc.“ nicht recht. Verlangt ARBER, dass diese „Vorstellungsgrundlage“, schon ehe sich der Wille auf sie richtet, einen bestimmten scheinbaren Ort habe? Das

wohl kaum; denn wenn sie schon vorher durch äussere Bedingungen bestimmt lokalisiert war, dann hat der Wille hier überhaupt nichts mehr zu thun. Oder gehört der bestimmte (scheinbare) Ort noch nicht zu jener „Vorstellungsgrundlage“? Nun, dann bringt ihn eben die vom Willen geleitete Phantasie hinzu, oder — genauer ausgedrückt — der Wille wählt von den verschiedenen scheinbaren Orten, welche vermöge der unzureichenden äusseren Bedingungen alle gleich möglich sind, einen bestimmten aus. Der Vorgang ist hier um nichts räthselhafter als alle jene bekannten Fälle, in welchen die sog. sekundären oder „empirischen“ Lokalisationsmotive wirksam sind. Wenn ich ein ebenes Liniensystem (monokular) als perspektivische Darstellung eines dreidimensionalen Gebildes „auffasse“, wenn ich eine Ecke ferner, eine andere näher lokalisire, so liegt in den gesammten äusseren Bedingungen nichts, was mich gerade zu dieser Lokalisation veranlasste. Das Bild selbst kann unendlich vieler perspektivischer Interpretationen fähig sein. Dass gerade die eine thatsächlich stattfindet, das ist eine Folge centraler Bedingungen, nämlich der Nachwirkung, welche frühere ähnliche, aber dreidimensionale Vorstellungsgebilde nun auch auf die gegenwärtige Vorstellung ausüben, die von Seiten der äusseren Reizbedingungen nach der dritten Dimension nicht bestimmt ist. Wer niemals eine geradlinig begrenzte und nach drei Dimensionen sich erstreckende Figur gesehen hätte (was natürlich nur durch die Wirkung der Disparation möglich ist), würde bei monokularer Betrachtung einer zweidimensionalen perspektivischen Zeichnung eines solchen Körpers auch nie zu einer Lokalisation nach der Tiefe veranlasst sein. Ist also in diesem Falle die Wirkung vorhergegangener Tiefenvorstellungen auf die Lokalisation einer neuauftretenden, von Seite der äusseren Bedingungen bloß nach zwei Dimensionen bestimmten Vorstellung ausser allem Zweifel, dann sehe ich nicht ein, welche Schwierigkeiten es machen soll, zu begreifen, dass jene Bestimmtheit nach der dritten Dimension nicht unter Umständen auch willkürlich herbeigeführt werden kann. In den Fällen der „empirischen Lokalisation“ (wie sie genannt zu werden pflegen — wozu u. a. auch die Lokalisation auf Grund der Perspektive gehört) ist eine vorhergegangene Tiefenvorstellung auf die neuauftretende Vorstellung wirksam, indem sie dieser letzteren, die ihrerseits durch die äusseren Reizbedingungen noch keine Tiefenbestimmtheit hat, eine solche Bestimmtheit nach der Tiefe ertheilt — und zwar geschieht das ohne Einfluss des Willens, lediglich auf Grund einer Aehnlichkeitsassociation. Wenn ich mir nun in einem anderen Falle eine bestimmte Tiefe willkürlich vorstelle, warum sollte dann diese willkürlich vorgestellte Tiefe nicht denselben Einfluss auf eine neue Vorstellung haben können, wenn dieselbe von Seiten der äusseren Bedingungen noch kein bestimmtes Tiefendatum erhalten hat? Sind einmal vorhergegangene Tiefenvorstellungen auf solche nachfolgende Vorstellungen, die von Seite der äusseren Bedingungen keine bestimmte Tiefenlage erhalten, derart wirksam, dass sie diese leergelassene Variable auszufüllen vermögen, dann, meine ich, dürfte es ganz gleichgiltig sein, ob dieser reproduzirte Tiefenwerth mit oder ohne Einfluss des Willens aufgetreten und auf die neue Vorstellung in der angegebenen Weise wirksam ist.

Ich stütze meine Ansicht also nur auf zwei Punkte: erstens darauf, dass in allen Fällen, in welchen „empirische Lokalisationsmotive“ wirksam sind, die unbestimmte Tiefenlage eines neuen Objektes durch Tiefenvorstellungen früherer Sehobjekte zu einer bestimmten gemacht werden kann — und zweitens darauf, dass man frühere Tiefenvorstellungen unter Umständen auch willkürlich reproduzieren kann. Wollte ARBER die erste Behauptung leugnen, dann müsste er die Wirksamkeit aller sog. empirischen Lokalisationsmotive in Abrede stellen, was er sich wohl überlegen wird. Wollte er die zweite Behauptung leugnen, dann müsste er behaupten, dass der Wille niemals einen Einfluss auf die Reproduktion ausüben kann. Einen dritten Ausweg kann ich nicht finden.

III. Möglichkeit einer „relativen“ Lokalisation bei mangelnder Bestimmtheit der „absoluten“.

Fragen wir uns nun, ob und in welchem Sinne man sagen kann, eine relative Lokalisation eines Objektes B in Beziehung zu A könne nur stattfinden, wenn A selbst bestimmt lokalisiert ist (wobei ich hier unter Lokalisation immer Tiefenlokalisierung verstehe). Das Eine ist sicher: wenn B näher oder ferner erscheint als A , dann muss A irgend eine bestimmte Stelle in der Tiefendimension einnehmen, so sicher als nicht ein Ding grösser sein kann als ein anderes, wenn nicht Beide irgend eine bestimmte Grösse haben, oder ein Ding wärmer als ein anderes, wenn nicht beide irgend einen bestimmten Wärmegrad besitzen. Aber darum handelt sich's in der vorliegenden Kontroverse nicht. Die Frage ist vielmehr die, ob A , wenn B relativ zu ihm soll lokalisiert werden können, einen durch die äusseren Bedingungen eindeutig bestimmten (scheinbaren) Ort einnehmen müsse. Wir haben ja gehört, dass ARBER nur dann von einer „bestimmten Lokalisation“ spricht, wenn das Sehobjekt bei ungeänderten äusseren Bedingungen stets denselben (scheinbaren) Ort einnimmt. In diesem Sinne des Wortes behaupte ich nun, dass eine Lokalisation des zweiten Objektes relativ zum ersten auch dann stattfinden kann, wenn das erste nicht bestimmt lokalisiert wird, verwahre mich aber zugleich gegen die mögliche Missdeutung, dass ein Sehobjekt überhaupt einen unbestimmten scheinbaren Ort einnehmen könne (vgl.

oben S. 79). Meine obige Behauptung ist erstens widerspruchsfrei, denn sie sagt nicht, dass, wenn *B* relativ zu *A* lokalisiert wird, dieses *A* gar keine bestimmte Tiefenlage einzunehmen brauche — es ist aber gar nicht inkonvenient anzunehmen, dass die Tiefenlage von *A* durch die Gesamtheit der äusseren Bedingungen nicht bestimmt zu sein brauche, ja dass sie beim Wechsel der inneren (psychischen) Bedingungen ebenfalls wechseln könne, ohne dass das *B* dadurch gehindert wäre eine bestimmte relative Lage zu *A* zu haben, ja vielleicht sogar immer dieselbe relative Lage.

Aber nicht nur denkbar und widerspruchsfrei ist diese Annahme, sie wird auch noch durch zahlreiche Beobachtungen als thatsächlich zutreffend erwiesen.

WUNDT hat bei der Beschreibung seiner monokularen Versuche über den Einfluss der Akkommodation (wobei er vertikale Fäden als Objekte benützt) angegeben, es lasse sich über die Entfernung des ersten Fadens „nicht das geringste bestimmen“,¹ und doch zeigt uns seine Tabelle die Grenzwerte, jenseits welcher die relative Lage des Vergleichsfadens zum Beobachter sicher erkannt wurde. ARNER findet die Beschreibung, welche WUNDT von seinen monokularen Versuchen giebt, auch für seine eigenen Versuche zutreffend (S. 135); ich muss also annehmen, dass auch ARNER und seine Mitbeobachter den Normalfaden nicht bestimmt lokalisieren konnten; und doch finden sich für jeden seiner Beobachter — gerade wie bei WUNDT — Grenzwerte, jenseits deren die relative Lokalisation des Vergleichsfadens vollkommen gelang. ARNER hält zwar die Behauptung aufrecht, dass „eine relative Entfernungsschätzung kaum möglich“ sei, so lange der Beobachter kein Urtheil über die absolute Entfernung des Normalfadens habe, fügt aber hinzu: „Nur wenn der Faden um so viel verschoben wird, dass eine deutliche Veränderung seines scheinbaren Durchmessers erkannt wird, schliesst der Beobachter auf eine Verschiebung nach der Tiefe; manchmal wird diese gesehen, weit öfters aber nur erschlossen“ (S. 135—136).

Nun will ich sogleich bemerken, dass es für die Frage, ob zur relativen Lokalisation eine bestimmte absolute Entfernungsvorstellung des ersten Objektes nothwendig ist, ganz irrelevant

¹ Beiträge S. 107.

ist, durch welche Mittel die relative Lokalisation erreicht wird. Ob uns die Zunahme der Bildgrösse das Näherrücken erkennen lässt, ob dies (im Falle binokularer Versuche) durch Netzhautdisparation beziehungsweise durch gekreuzte Doppelbilder oder ob es durch was immer für eine Ursache geschehe — sobald das Näherrücken sicher erkannt wird, die absolute Lokalisation des ersten Eindruckes aber unbestimmt ist, ist jener allgemeine Satz ARRER's, dass die relative Lokalisation von der Bestimmtheit der absoluten abhängig sei, widerlegt, und es bleibt dann ARRER überlassen zu zeigen, warum jene Abhängigkeit, die in so vielen anderen Fällen nicht besteht, gerade für meine monokularen Versuche mit mathematischen Linien gefordert werden soll.

Ich will nun noch ein paar weitere Thatsachen gegen jenen Satz ARRERS vorbringen.

Wenn man die Versuchsanordnung so wählt, wie ich das bei meinen Akkomodationsversuchen gethan habe (vgl. oben S. 76), wo also eine vertikale Grenzlinie zwischen einer beleuchteten und einer unbeleuchteten Fläche als Objekt benützt wird, und wenn man nun, statt monokular zu beobachten (wie ich es damals gethan) das Objekt binokular betrachtet und es während seiner kontinuierlichen Verschiebung fortwährend binokular fixirt (also Akkommodation und Konvergenz fortwährend anpasst), dann erkennt man die geringsten Verschiebungen durch den unmittelbaren sinnlichen Eindruck, obwohl die Ausgangsstellung durchaus nicht nach ihrer absoluten (scheinbaren) Entfernung bestimmt war: man kann sich die Kante, ehe sie verschoben wird, näher oder ferner vorstellen (vgl. darüber unten S. 88 f.), das ändert nichts an der Bestimmtheit ihrer relativen Lokalisation, sobald sie sich zu bewegen beginnt. Die Ursache dieser feinen relativen Lokalisation hat schon HERING in der Disparation der Netzhautbilder gesehen (worüber später); und in der That muss Einen der ungeheure Unterschied, der bei sonst gleichen Versuchsbedingungen zwischen den Ergebnissen der binokularen und monokularen Beobachtung besteht,¹ zu dem Gedanken hinführen, dass die Feinheit der binokularen Lokalisation weder auf der Konvergenz noch auf der Akkommodation beruhe. Doch ist diese letztere Frage augenblicklich ganz gleichgültig: genug,

¹ Ueber die Unfähigkeit zu jeder relativen Lokalisation bei monokularer Beobachtung habe ich oben S. 76 berichtet.

dass man Aenderungen der Entfernung mit ausserordentlicher Sicherheit sehen und erkennen kann, ohne dass die Lokalisation für die Ausgangsstellung eine unveränderliche zu sein braucht.

Eine weitere Beobachtung habe ich schon in der Abhandlung über Akkommodation und Konvergenz nebenher erwähnt.¹ Ich habe das durch die Konturen des Tubus begrenzte Gesichtsfeld durch einen schwarzen Schirm vollständig abgeschlossen. In dem Schirm war ein AUBERT'sches Diaphragma angebracht und hinter dem Schirm stand die gleichmässig beleuchtete Milchglastafel. Bei einem bestimmten Stand des Diaphragmas sieht der Beobachter also ein helles Quadrat mit scharfen Rändern, ist aber natürlich nicht im Stande dieses Quadrat der Tiefe nach bestimmt zu lokalisiren. Auch weiss der Beobachter nicht, dass der Experimentator die Grösse dieses Quadrates ad libitum verändern kann. Wenn nun das Diaphragma vergrössert oder verkleinert wurde bei konstanter Stellung des Schirmes, so fiel das Urtheil des Beobachters mit aller Bestimmtheit auf Näherung bzw. Entfernung aus, woraus man ersieht, dass hier die Bildgrösse entscheidend war. Mit aller sinnlichen Deutlichkeit meint man das Quadrat (das aber thatsächlich seine Entfernung nicht ändert) sich nähern bzw. entfernen zu sehen, obzwar seine Ursprungslage den Beobachter nicht zu einer bestimmten Lokalisation nöthigt.

Eine andere hierher gehörige Erscheinung habe ich bei einer früheren Gelegenheit einmal beschrieben.² Ich habe damals zu anderen Zwecken eine haploskopische Vorrichtung benützt, die im Wesentlichen mit dem WHEATSTONE'schen Spiegelstereoskop identisch war, jedoch mit einigen Modifikationen, die HERING angegeben hat.³ Die beiderseitigen Objekte bildeten in meinen Versuchen je drei vertikale Kokonfäden; dieselben konnten den bezüglichen Spiegeln nach Belieben genähert oder von ihnen entfernt werden. Ausserdem war die Einrichtung getroffen, dass die Spiegel mitsammt dem zugehörigen Fadensystemen um je eine Achse so drehbar waren, dass die Augen zu jeder beliebigen

¹ *Diese Zeitschr.* Bd. VII, S. 121f.

² „Die Stabilität der Raumwerthe auf der Netzhaut“, *diese Zeitschrift* Bd. V, S. 42f.

³ Ueber die genauere Einrichtung vgl. die vorhin citirte Abhandlung, *diese Zeitschr.* Bd. V, S. 38, sowie die Tafel am Schlusse der Abhandlung.

Konvergenz genöthigt werden konnten. Stellt man nun die zwei Fadensysteme so ein, dass das Verschmelzungsbild in einer zur Frontalebene parallelen Ebene liegt und wählt man dabei z. B. parallele Augenstellung (also Konvergenz = 0), so fühlt man sich zu keiner eindeutigen, bestimmten Lokalisation des Verschmelzungsbildes genöthigt; man kann sich dasselbe innerhalb gewisser Grenzen als näher oder ferner gelegen vorstellen, die Lokalisation ist also in dem oben (vgl. S. 80) angegebenen Sinne eine unbestimmte zu nennen. Dreht man nun die Spiegel und damit zugleich auch die Fadensysteme so um ihre bezüglichen Achsen, dass die Augen, um das Verschmelzungsbild zu erhalten, zu immer stärkerer Konvergenz übergehen müssen, während man die ganze Zeit hindurch die betreffenden Mittelfäden fixirt, so entsteht mit aller sinnlichen Deutlichkeit der Eindruck, dass das Verschmelzungsbild an den Beobachter heranrückt und zugleich werden die lateralen Distanzen, die die einzelnen Fäden zu einander haben, immer kleiner und kleiner. Man muss den Versuch selbst machen, wenn man sich davon überzeugen will, dass die scheinbare Bewegung der Fäden gegen den Beobachter zu mit jenem Grade sinnlicher Anschaulichkeit erfolgt, wie er beim Sehen von Bewegungen nur überhaupt erreicht werden kann.¹ An diesem Versuche ist aber noch ein zweites Moment von Interesse. Wenn man mit der Drehung der Spiegel (und damit auch der Fadensysteme) aufhört und damit auch das Näherrücken des Verschmelzungsbildes sein Ende erreicht hat, und wenn man nun auf die Endstellung als solche seine Aufmerksamkeit richtet, so bemerkt man, dass nunmehr diese Endstellung gerade so wie die Anfangsstellung zu keiner bestimmten Tiefenlokalisierung nöthigt; ja man hat durchaus nicht den Eindruck, dass die scheinbare Endstellung von der Anfangsstellung so weit abweicht, als die während der Konvergenzänderung gesehene Näherung des Verschmelzungsbildes es verlangen würde. Ich erinnere mich des sonderbaren Eindruckes, den dieser Versuch beim ersten Male macht. Die sinnlich anschauliche Näherung der Fäden, glaubt man, müsse zu einer Endstellung führen, die in ebenso zwingender Weise ab-

¹ Meiner Ansicht nach beruht diese Anschaulichkeit auf den Wirkungen der Disparation der Netzhautstellen. Doch ob darauf oder auf einem anderen Umstande, das ist für unsere augenblickliche Frage gleichgiltig.

solut lokalisiert sein müsste und deren absolute Entfernung von der Entfernung der Anfangsstellung doch in dem Maass differiren müsste, als dies dem scheinbaren Ausmaasse der inzwischen mit aller Deutlichkeit gesehenen Annäherungsbewegung entspricht. Aber der Versuch zeigt eben das Gegentheil. Man darf also keineswegs behaupten, „dass ohne anschauliche Vorstellung von der absoluten Entfernung des Objektes auch relative Verschiebungen nicht erfolgreich beurtheilt werden können.“¹

Indessen hat ARREER einige experimentelle Beweise für die von ihm so entschieden betonte Abhängigkeit der relativen von der absoluten Lokalisation zu erbringen versucht, auf die ich nunmehr zu sprechen komme.

Ueber die Versuchsanordnung ARREER'S ist Genaueres in seiner Abhandlung (S. 132 ff.) zu finden. Hier erwähne ich nur, dass als Objekte zwei Fäden von je 0,22 mm dienten. Die Aufhängepunkte beider Fäden waren schon vor Beginn jedes Versuches in der jedesmal gewünschten Weise eingestellt und ihre Entfernungen gemessen, ferner das Pendeln der Fäden durch eine sinnreiche Einrichtung (Lothe aus Stahl und kleine Magnete) vermieden. Hatte der Beobachter auf den Normalfaden eingestellt (monokular oder binokular), so schloss er die Augen und währenddessen wurde der Normalfaden aus dem Gesichtsfelde entfernt und der Vergleichsfaden eingestellt; nunmehr wurde der Beobachter aufgefordert die Augen wieder zu öffnen, er sah dann bloss den Vergleichsfaden. Die besonderen Werthe für die Annäherungs- und Entfernungsschwellen für monokulare und binokulare Versuche sind in den betreffenden Tabellen nachzulesen. Die monokularen Schwellenwerthe sind um Vieles kleiner als ich sie bei meinen Kantenversuchen gefunden habe; binokulare Versuche habe ich aus prinzipiellen Gründen nicht gemacht — worüber später.

Uns interessiren jetzt vor Allem diejenigen Aeusserungen der ARREER'schen Versuchspersonen, in welchen dieser Beweise für die Abhängigkeit der relativen von der absoluten Lokalisation erblicken will, und zwar beziehen sich die folgenden Angaben immer auf Binokularversuche. Eine der Versuchspersonen (Herr Dr. THIÉRY) antwortete auf die Frage, worauf er sein relatives Tiefenurtheil gründe, bald, er erkenne den Tiefen-

¹ ARREER a. a. O. S. 260.

unterschied aus der „Deutlichkeit und Dicke des Fadens“, bald aber, die Ursache sei nicht angebbar, aber die Sicherheit des Urtheils „durch sinnliche Evidenz des Eindrucks verbürgt“, dann setzte er wieder zu allen diesen Antworten ein „vielleicht“ hinzu. Diese erstmaligen Versuche ergaben aber „unbrauchbare Resultate“ und überdies waren auch die Angaben des Beobachters über die Art seines Verfahrens — wie man sieht — sehr schwankend und liessen keine bestimmte Deutung zu. Grösseres Gewicht legt ARBER den Auskünften desselben Beobachters bei, nachdem sich bei demselben allmählich eine bestimmte Praxis festgesetzt hatte und seine Versuche nunmehr viel bessere Resultate lieferten. THIÉRY'S Angaben muss ich hier ausführlich mittheilen (a. a. O. S. 223 ff.). In der Zeit, in welcher die Normaldistanz gegeben ist, bemüht sich Herr Dr. THIÉRY, sich vor Allem „eine Vorstellung von der Entfernung des Fadens zu bilden“, nebenbei achtet er auch auf die Dicke und Deutlichkeit desselben. „Sofort ersichtlich“ sei es, dass der Normalfaden zwischen Hintergrund und Blickrohr „so zu sagen in der Luft schwebe“. Die scheinbare Entfernung sei dabei eine bestimmte, sie verändere sich bei mehrmaligem Hineinblicken in das Blickrohr nicht. Diese Entfernung, gab Herr THIÉRY an, müsse er „in der Vorstellung behalten, wenn er mit dem Gefühle objektiver Sicherheit ein Urtheil über die Vergleichsdistanz haben sollte.“ Um nun die Normaldistanz leichter im Gedächtniss zu behalten, bediente sich der Beobachter des folgenden Kunstgriffes: er „konstruirte sich in der Phantasie ein Dreieck, dessen Basis in seinen Augen lag, dessen Seiten die sichtbaren Enden des Tubus tangirten und durch dessen Spitze der herabhängende Faden ging. Diese Vorstellung war es jetzt, die Herr THIÉRY in der Pause während der Verrückung des Fadens im Gedächtniss festzuhalten suchte.“ Trat dann der Vergleichsfaden ins Gesichtsfeld, so erkannte der Beobachter seine relative Lage entweder sofort oder er gab sein Urtheil erst nach einiger Zeit ab. Letzterenfalls war er weniger sicher und wurde um so unsicherer, je länger er mit dem Urtheil zögerte.

Die Methode, den absoluten Abstand des Normalfadens mittelst phantasirter Figuren im Gedächtniss festzuhalten, kehrte auch bei den übrigen vier Beobachtern wieder, nur dass jeder in seiner Weise diese oder jene Figur in das Gesichtsfeld hineinphantasirte.

Die Probe aufs Exempel war in gewisser Weise dadurch gegeben, dass drei weitere Versuchspersonen (die Herren Dr. KIESOW, USSOW und TAYLOR) derartige Hilfsmittel der absoluten Lokalisation, wie es die beschriebenen Phantasiefiguren waren, nicht anwendeten, dadurch aber auch zu einem „verzweifelten Durcheinander falscher Urtheile“ gelangten (a. a. O. S. 258 ff.). Herr USSOW wurde gefragt, ob er das Urtheil über die relative Entfernung des zweiten Fadens aus der Vergleichung der beiden, ihm successive dargebotenen Entfernungen erhalte oder sonstwie. Die Antwort lautete: er versuche zwar so zu verfahren, eigentlich gelinge es ihm aber nie; er sehe den Normalfaden zwar in einer bestimmten Entfernung, nach Verschluss der Augen werde aber das Bild „immer verwaschener“, er habe dann keine rechte Vorstellung mehr von der Entfernung desselben und „am allerwenigsten wenn er die Vergleichsdistanz zum Anschauen bekomme“ (S. 259). Und ähnlich erklärte Herr Dr. KIESOW, „wenn er den Faden in der Vergleichsdistanz sehe, so wisse er eigentlich nicht mehr, wie weit der erste in der Normaldistanz war.“ Schliesslich motivirte Herr TAYLOR die Schwierigkeit des Entfernungsvergleiches mit der „Unbestimmtheit“ beider Distanzen.¹ Sobald aber ARBER dem letzterwähnten Beobachter mitgetheilt hatte, wie die ersten fünf Beobachter mittels Phantasiefiguren die Normaldistanz im Gedächtniss zu behalten wussten und nun auch Herr TAYLOR von diesem Verfahren Gebrauch machte, gelang auch die relative Beurtheilung der Entfernung viel sicherer und bei bedeutend kleineren objektiven Entfernungsdifferenzen.² Bei grossen Distanzen des Normalfadens oder auch bei längerer Verzögerung des Urtheils scheinen auch andere Kriterien (besonders die Fadendicke) massgebend gewesen zu sein. Bei rasch erfolgreichem Urtheil — und gerade dann war die Lokalisation

¹ S. 259. Beiläufig gesagt verstehe ich nicht recht, wie ARBER glauben konnte, er müsse aus dieser Antwort entnehmen, „dass sich Herr TAYLOR doch irgendwie eine bestimmtere Vorstellung von der Normaldistanz im Gedächtniss aufbewahre.“ Aus der Erklärung eines Beobachters, er könne etwas nicht bestimmt lokalisiren, schliesst man gewöhnlich nicht, dass er es doch „bestimmter“ lokalisiren könne. Doch das mag ein Lapsus sein, den ich darum nicht weiter urgiren will.

² ARBER hat die Ergebnisse beider Versuchsarten (ohne und mit Hilfsfigur) in der Tabelle S. 260 zusammengestellt.

am sichersten — fiel aber jedenfalls jener durch Phantasiefiguren erzielten Lokalisation des Normalfadens die Hauptrolle zu.

Es fragt sich nun, wie bei so erfolgter absoluter Lokalisation des Normalfadens die relative Lokalisation des Vergleichsfadens zu Stande kam. Uns interessiren natürlich vor Allem die Fälle, in welchen das Urtheil über die relative Lage des Vergleichsfadens sofort und ohne Zögern abgegeben wurde, nicht nur weil die Urtheile in diesen Fällen „in der weit überwiegenden Zahl“ richtig waren, sondern auch weil jedes solche Urtheil „als unmittelbar gewiss, der Eindruck als sinnlich evident“ bezeichnet wurde (S. 239), während bei längerer Verzögerung weder das eine noch das andere der Fall war. In jenen ersteren, für die Frage wichtigeren Fällen konnten die Beobachter zwar anfänglich keine bestimmte Auskunft über ihr Verfahren geben; nach längerer Uebung aber „bemerkte bald der Eine, bald der Andere, dass ihm das Dreieck oder Rechteck, das er im Gedächtniss behielt, und in das ihm die Entfernungsvorstellung der Normaldistanz eingegangen war, beim Anblick des zweiten Fadens fast plötzlich die Form veränderte, länger und schmaler oder kürzer und breiter erschien (240). Von Bedeutung scheint es mir nun weiter, dass, wie ARBER ausdrücklich hervorhebt, das relative Entfernungsurtheil in den beschriebenen Fällen nicht dadurch zu Stande kommt, dass sich der Beobachter zuerst eine Vorstellung von der neuen Distanz bildet, „um sie dann mit der im Gedächtniss aufbewahrten zu vergleichen; im Gegentheil war die Aufmerksamkeit so stark als möglich auf die Gedächtnissvorstellung gerichtet, eben so sehr aber bereit auf einen neuen Eindruck überzugehen, um nun, so zu sagen plötzlich, den Unterschied beider wahrzunehmen (S. 239).

* Diese bisherigen Thatsachen scheinen mir nun für den Satz, dass die Möglichkeit einer relativen Tiefenlokalisation von der Bestimmtheit der absoluten abhängt, gar nichts zu beweisen. Wenn wir ohne jede Zuthat von Hypothese oder theoretischer Deutung den Thatbestand herauschälen, wie er sich durch das unmittelbare Zeugnis der Selbstbeobachtung seitens der Versuchspersonen ARBER's ergibt, so lässt sich derselbe so ausdrücken: wo ohne Ueberlegung mit Sicherheit zutreffende Urtheile über die relative Entfernung abgegeben wurden, dort

mussten jene erwähnten Phantasiefiguren in Anwendung gebracht werden, und zwar sowohl für den Normal- als auch für den Vergleichsfaden.

Zunächst erhebt sich nun folgende Frage: war jenes Phantasie-Dreieck, durch dessen Spitze der Normalfaden lief, die nothwendige Bedingung um diesen Normalfaden überhaupt in einer bestimmten Entfernung zu sehen, oder war es nur die nothwendige Bedingung um den scheinbaren Ort des Normalfadens, der auch ohne jenes Hilfsdreieck ein bestimmter gewesen wäre, im Gedächtniss aufzubewahren? Aus beiden Hypothesen würde sich ja die Nothwendigkeit solcher Hilfsfiguren für das relative Entfernungsurtheil ergeben. Nach der Darstellung, die ARRER von Herrn THIÉRY's Aussagen giebt, muss man sich wohl für das zweite Glied der obigen Alternative entscheiden. „Um aber die Entfernung leichter zu behalten, verfuhr er (THIÉRY) so etc.“¹. „Diese Vorstellung (sc. von der Hilfsfigur) war es jetzt, die Herr THIÉRY in der Pause während der Verrückung des Fadens im Gedächtniss festzuhalten suchte“². Herr Ussow ferner, der zu jenen drei Beobachtern gehörte, die nichts über Hilfsfiguren berichteten und deren Protokolle jenes „verzweifelte Durcheinander falscher Urtheile“ aufwiesen, berichtete trotzdem, er sehe den Faden in einer „bestimmten Entfernung“, solange er durch das Blickrohr schaue; nach dem Verschlusse des Tubus aber (oder der Augen) wurde das wahrgenommene Bild immer verwaschener, er habe dann „keine rechte Vorstellung von der Entfernung des angeschauten Objectes, und am allerwenigsten wenn er die Vergleichsdistanz zum Anschauen bekomme“ (S. 259). Sonach scheint die erwähnte Hilfsfigur keine Bedingung für die bestimmte Lokalisation des Normalfadens, sondern nur für das gedächtnismässige Aufbewahren und Festhalten dieser Lokalisation gewesen zu sein. Ich will nun zunächst wieder in Er-

¹ Und ehe er noch von diesem Mittel das Gedächtniss zu unterstützen spricht, giebt er schon an, es sei für das Doppelauge „sofort ersichtlich“, dass der Faden zwischen Blickrohr und Hintergrund schwebe, seine Entfernung sei eine bestimmte, die sich bei mehrmaligen Hineinblicken in den Tubus nicht ändere. Von der Hilfsfigur spricht er erst dort, wo er über das Mittel zur gedächtnismässigen Aufbewahrung Auskunft geben will (S. 224).

² S. 224. Vgl. dazu auch S. 239 und 259—60.

innerung bringen, dass der Begriff „unbestimmte Lokalisation“ nur dann einen Sinn und nur dann auch eine reale Bedeutung hat, wenn man damit eine Lokalisation meint, für deren eindeutige Bestimmtheit die gesammten peripheren physiologischen Bedingungen nicht hinreichen (siehe oben S. 80), so dass also, wenn die inneren Bedingungen variabel sind, auch die Lokalisation eine variable sein wird. Gehört — um nur ein Beispiel zu wählen — die willkürliche Reproduktion irgend einer früheren Entfernungsvorstellung zu jenen inneren Bedingungen, dann ist die Lokalisation der neuen Vorstellung auch eine willkürliche, wechselt also, je nachdem man diese oder jene Entfernungsvorstellung willkürlich reproduziert. Die Lokalisation ist dann zwar in jedem Augenblicke eine bestimmte, aber sie ist (oder kann sein) für verschiedene Augenblicke eine verschiedene, und nur diese Inkonstanz meint man, wenn man von „unbestimmter Lokalisation“ redet — wie ich das oben auseinandergesetzt habe. Wie man sich in solchen Fällen die relativen Lokalisationen zu denken hat, geht eigentlich schon aus den obigen Versuchen (S. 87 f.) hervor; ich will dies aber hier genauer erörtern.

Man kann in einem zweifachen Sinne von einer relativen Lokalisation sprechen. In einem uneigentlichen Sinne spricht man davon dann, wenn sowohl A als auch B unabhängig von einander, d. h. jedes für sich absolut lokalisiert wird und auf Grund dieser zweifachen absoluten Lokalisation das Urtheil gefällt wird, die Entfernung von B sei kleiner (oder grösser) als die von A . Im eigentlichen Sinne aber spricht man von relativer Lokalisation dann, wenn B unmittelbar näher oder ferner erscheint als A , ohne dass vorher dem B (unabhängig von A) ein bestimmter Ort angewiesen worden wäre, also ohne dass die relative Lage von A zu B erst auf Grund ihrer beiden absoluten Lagen erkannt worden wäre. Sei die absolute Entfernung von A a , die von B b , und die Differenz $= c$, also

$$a - b = c.$$

Dann ist im Falle der uneigentlich sogenannten „relativen Lokalisation“ a und b das unmittelbar Gegebene, c das „Erschlossene“, auf Grund von a und b Beurtheilte; im Falle der eigentlich sogenannten relativen Lokalisation ist aber a und c das unmittel-

bar Gegebene, und man kann dann auf *b* „schliessen.“ Die binokulare Stereoskopie auf Grund der Disparation oder der Doppelbilder ist ein Fall dieser letzteren Art: die Lokalisation jedes Punktes geschieht unmittelbar relativ zum Kernpunkt, gleichgiltig wo dieser gelegen sei. Dies ist eine allbekannte und feststehende Thatsache¹. Wenn nun in Fällen der eigentlich sogenannten relativen Lokalisation, derjenige Punkt, relativ zu welchem alle anderen Punkte lokalisiert werden, eine variable („unbestimmte“) Lokalisation hat, dann bleibt die relative Lokalisation aller anderen Punkte als relative konstant, d. h. sie ändert sich „absolut“ nur nach Maassgabe derjenigen Aenderung, die der Kernpunkt erfährt; ist dieser z. B. willkürlich variabel, so sind auch alle anderen Punkte indirekt derselben Willkür unterworfen.

Solche unmittelbare relative Lokalisationen finden z. B. statt, wenn das Vergleichsobjekt gleichzeitig mit dem Normalobjekt gegeben ist und auf Grund der (gekreuzten oder ungekreuzten) Disparation vor oder hinter demselben gesehen wird, oder wenn nur ein Objekt vorhanden ist, das sich aber kontinuierlich nähert oder entfernt — das „Sehen von Bewegungen“ ist ja ein unmittelbarer Akt, es geschieht nicht durch Vergleichung zweier Stellungen, ~~Meiner~~ einer gegenwärtigen und einer im Gedächtniss aufbewahrten. Auch wenn das zweite Objekt ohne Zwischenpause, unmittelbar auf das erste folgt, ist eine solche relative Lokali-

¹ Auch ARNER anerkennt dieselbe gelegentlich. Wo er von dem Unterschiede der binokularen von den monokularen Simultanversuchen spricht, sagt er mit Bezug auf die ersteren: „Dort nimmt jener (sc. Beobachter) sofort und unmittelbar wahr, welcher der Fäden der weitere und welcher der nähere ist; er giebt sich über die absolute Entfernung derselben zunächst gar keine Rechenschaft und abstrahirt gänzlich von seinem übrigen Gesichtsraum; seine Aufgabe ist wie von selbst gelöst, so wie er die Objekte gleichzeitig ansieht. Unmittelbarer kann man Tiefenunterschiede nicht erkennen als hier geschieht“ (S. 267). Das ist gewiss ganz richtig. Wie kann man aber nach einem solchen Zugeständniss noch an dem allgemeinen Satze festhalten, dass „ohne anschauliche Vorstellung von der absoluten Entfernung des Objektes auch relative Verschiebungen desselben nicht erfolgreich beurtheilt werden können“? Sollte ARNER diesen Satz nicht allgemein gelten lassen, dann ist es an ihm zu zeigen, warum man ihn bei der Deutung der einen Versuche heranziehen darf, bei der der anderen aber nicht.

sation möglich (wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man die succesiven Kantenversuche binokular anstellt). Ich werde später noch einmal darauf zu sprechen kommen, dass in allen genannten Fällen die Disparation der Netzhautbilder die Ursache dieser unmittelbaren relativen Lokalisation abgibt, was aber für den Augenblick gleichgiltig ist.

So einfach wie die eben angegebenen Fälle sind aber die Beobachtungen, über die wir ARBER berichten hörten, keineswegs. Zwar handelt es sich auch bei ARBER um einen unmittelbar relativen Vergleich, hebt er doch eigens hervor, dass der Beobachter sich nicht zuerst eine Vorstellung von der neuen Distanz gebildet habe, „um sie dann mit der im Gedächtniss aufbewahrten zu vergleichen“ (S. 239); aber was bei ARBER neu hinzukommt, ist, dass der Ausgangspunkt dieses Vergleichs (d. h. also das eine der beiden Vergleichsdaten) überdies noch als identisch erkannt werden muss mit einem früheren, gedächtnismässig aufbewahrten Datum, und blos zu diesem letzteren Zwecke werden jene Hilfsfiguren benützt. Ich könnte *B* relativ zu *A* unmittelbar lokalisieren, wenn mir z. B. Beide gleichzeitig gegeben wären, oder wenn *B* durch kontinuierliche Veränderung aus *A* entstünde; ist nun aber eine leere Zwischenzeit zwischen Beiden, die ein Aufbewahren im Gedächtniss nöthig macht, dann werde ich zu irgend welchen Mitteln greifen, um mir nach dieser Zwischenzeit ein *A'* zu verschaffen, das mit dem früheren *A* identisch ist und relativ zu welchem ich nunmehr das *B* ebenso unmittelbar lokalisieren kann, wie ich es relativ zu *A* selbst würde lokalisiert haben, wenn eben dieser unmittelbare Vergleich nicht durch die Zwischenpause unmöglich gemacht wäre. Nun ist aber sofort ersichtlich, dass weder *A* noch *A'* eine durch die gesammten peripheren Bedingungen eindeutig bestimmte Lokalisation zu haben brauchen, sofern nur dafür gesorgt wird, dass sie beide dieselbe Lokalisation haben; der indirekte Vergleich von *B* mit *A* wird dann ebenso bestimmt und ebenso richtig ausfallen wie der direkte zwischen *B* und *A'*. Nun kann Eines der Mittel, um sich über die identische Lokalisation von *A* und *A'* zu vergewissern, auch darin bestehen, dass man dem *A* eine bestimmte und unveränderliche Lokalisation verschafft und durch Anwendung genau derselben Mittel auch die Lokalisation von *A'* fixirt; aber dann war es nicht die absolute Bestimmtheit von *A* und *A'*, die den

indirekten Vergleich von A mit B ermöglichte, sondern nur die Identität der Entfernung des A mit der des A' — in ARBER's Falle also die Identität jener Dreieckspitze, durch die der erste Faden lief, als er sichtbar war, mit jener Dreieckspitze, welche während der Pause im Gedächtniss festgehalten wurde¹.

ARBER wird vielleicht sagen, das sei eine willkürliche Auslegung: er lege Gewicht darauf, dass uns jenes Hilfsdreieck eine bestimmte Lokalisation des Normalfadens möglich mache, ich aber betone, dass Alles nur auf die Identität jener Dreieckspitze vom letzten Moment der Sichtbarkeit des Normalfadens bis zum ersten der Sichtbarkeit des Vergleichsfadens ankomme — meine Auslegung sei also eine blosse „Denkmöglichkeit“.

Ich würde darauf antworten: die Identität beider Lokalisationen, der früheren und der in der Phantasie festgehaltenen, muss unter allen Umständen vorhanden sein, wenn das Urtheil über den Entfernungsunterschied richtig ausfallen soll. Was aber die Bestimmtheit der Lokalisation anlangt, so würden die Versuche ARBER's, wenn sie allein und sonst keine Erfahrungen bekannt wären, noch nicht entscheiden, ob dieselbe für den Vergleich nöthig ist oder nicht. So lange uns aber die Fälle simultaner und binocularer Stereoskopie auf Grund der Disparation der Netzhautbilder ein sicheres Zeugniß dafür geben, dass die relative Tiefenlage aller Punkte in Beziehung auf den fixirten sich nicht ändert, wie immer und durch was für Mittel immer die Lokalisation des fixirten Punktes (und damit des ganzen

¹ Folgender Vergleich wird die Sache noch deutlicher machen: Die meisten Menschen sind nicht im Stande einem einzeln gehörten Tone (b) seine Stellung in der Tonreihe richtig anzuweisen; Viele von diesen vermögen aber mit aller Sicherheit anzugeben, welchen Abstand derselbe von einem gleichzeitig gehörten zweiten Tone a habe, von dem sie aber auch nicht wissen, welche Stelle er in der Tonreihe einnimmt. Gesetzt den Fall, es verlaufe nun zwischen dem Hören von a und dem von b eine gewisse Zeit, dann wird ein richtiges Distanzurtheil nur abgegeben werden können, wenn man im Stande ist, den früher gehörten Ton a im Gedächtniss aufzubewahren. Das unmittelbare Distanzurtheil bezieht sich dann auf b im Verhältniss zu a' (wo ich unter a' die dem vergangenen Tone a entsprechende Phantasievorstellung verstehe). Die Richtigkeit des Urtheils hängt dann für denjenigen, der überhaupt ein unmittelbares Intervallgefühl hat, nur von der Gleichheit des a mit a' ab; welche Stellung a und a' in der Tonreihe haben, braucht der Beurtheiler gar nicht zu wissen.

Systems) geändert werden mag — solange dürfen wir von den beiden möglichen Interpretationen seiner (ARRER's) Versuche diejenige nicht wählen, welche im Gesetz involvirt, das durch die unzweifelhaften Versuche auf dem Gebiete der simultanen Binokular-Stereoskopie ganz und gar widerlegt ist.

Anmerkung. Beiläufig gesagt sind beim Festhalten des in der Phantasie konstruirten Dreieckes zweierlei Methoden den Vergleichsfaden relativ zu lokalisieren möglich. Man kann erkennen, dass der Vergleichsfaden nicht durch die Dreiecksspitze läuft, sondern vor oder hinter derselben; man beurtheilt dann die relative Lage zweier Raumgebilde, von denen das eine in der Phantasie, das andere in der Empfindung gegeben ist. Phantasirt man dann ein neues Dreieck hinein, dessen Spitze nun im Vergleichsfaden liegt, so wird dasselbe länger oder kürzer erscheinen, je nachdem der Vergleichsfaden ferner oder näher liegt als der Normalfaden. Das neue Dreieck wird aber beim Näherliegen des Vergleichsfadens auch breiter erscheinen können, weil dann die Ränder des Tubus in grösseren Zerstreungskreisen erscheinen, als wenn der Vergleichsfaden um ebenso vieles hinter den Normalfaden gestellt worden wäre. Das wäre die eine Weise, wie man sich die Funktion des Hilfsdreieckes denken könnte; sie würde zu den Aussagen über die Formveränderung des Dreieckes (S. 240) recht gut passen.

Man könnte sich die Sache aber noch auf eine andere Art zurechtlegen. Es hat viel für sich, die Leistung jener Hilfsfigur bloß in der Fixirung der ursprünglichen Konvergenz zu erblicken. Bleibt nämlich die Konvergenz bis zum Auftreten des Vergleichsfadens dieselbe wie beim Anblick des Normalfadens, dann muss der Vergleichsfaden mit derselben Disparation bezw. in denselben Doppelbildern (sowohl dem Sinne als dem Ausmaasse nach) erscheinen, als wenn er gleichzeitig mit dem Normalfaden sichtbar wäre; er muss also sofort näher oder ferner erscheinen, je nachdem die Disparation eine gekreuzte oder ungekreuzte war, bezw. je nachdem die Doppelbilder ungleichnamig oder gleichnamig waren — gerade wie bei der simultanen Stereoskopie. Die Aussagen mancher Beobachter, dass ihnen der Entfernungsunterschied „sinnlich evident“ erscheine, legen die letzterwähnte Erklärung sehr nahe. Diesfalls bestände also die unmittelbare Leistung der Hilfsfigur nicht einmal darin, eine frühere Entfernungsvorstellung zu konserviren; die unmittelbare Wirkung wäre also überhaupt keine psychische, sie läge nur in der Erhaltung gleicher physiologischer Versuchsbedingungen, nämlich der gleichen Konvergenz.

Schliesslich könnten auch beide Vorgänge kombinirt auftreten: die Disparation wurde dann schon im ersten Momente die Vorstellung der grösseren Nähe oder Ferne erwecken, dadurch einen Anstoss zur entsprechenden Konvergenzänderung geben, und wenn diese erfolgt ist, würde die Aenderung des in der Phantasie konstruirten Hilfsdreieckes das Urtheil über die relative Entfernung noch unterstützen.

Ob nun der Vorgang bei den Versuchspersonen ARRER's in der einen oder anderen Art verlaufen ist, oder ob vielleicht bei dem Einen in dieser

beim Anderen in jener Art, darüber habe ich kein Urtheil. An der obigen Kritik (im Texte) würde das auch nichts ändern; höchstens würde die eine Auslegung, der zu Folge die Hilfsfigur bloß zur Erhaltung des Konvergenzgrades diene, meinen Standpunkt noch mehr stützen; denn diesfalls wäre nicht einmal die gedächtnismässige Erhaltung eines psychischen Datums (nämlich einer Entfernungsvorstellung) sondern bloss die Fixirung einer physiologischen Versuchsbedingung (sc. des Konvergenzgrades) das Maassgebende.

Selbstverständlich hängen derartige Versuche von der individuellen Güte der optischen Phantasie ab. Wenn Einer eine Entfernungsvorstellung (mit oder ohne Hilfsfigur) nicht unverändert in der Phantasie festhalten kann, wenn sie sich z. B. erheblich verkleinert, dann bezieht er die Vergleichsdistanz auf eine ganz andere als auf die Normaldistanz. Kann er sich nun gar in der Phantasie ein Raumdatum überhaupt nicht vorstellen¹, dann fehlt natürlich die für jede Relation nöthige Zweizahl der Elemente. Es wäre dann wohl eine solche Versuchsanordnung vorzuziehen, in welcher die beiden Objekte einander fast unmittelbar ablösen, wie das bei meinen Versuchen bewerkstelligt werden konnte.²

Ich gehe nun zu einem zweiten Beweisversuch ARBER's über, in Betreff dessen ich mich mit Hinblick auf die vorangegangenen Erörterungen viel kürzer fassen kann. Der Beweisversuch stützt sich auf monokulare Beobachtungen, die ARBER theils bei successivem Wechsel der Objekte, theils bei gleichzeitiger Sichtbarkeit derselben angestellt hat (die Feinheit des relativen Entfernungsurtheils war im letzteren Falle etwas grösser).

ARBER findet, dass beim simultanen Vergleich „die Ausbildung einer Entfernungsvorstellung von bestimmter Form, wie sie dort (sc. beim successiven Vergleich) erfordert wurde, unnöthig war, wesshalb denn auch Herr KIESOW (und auch Herr Ussow, wie ich mich leider nur in einem Versuche überzeugen konnte) unter diesen Bedingungen relative Tiefenunterschiede erkennen und schätzen konnte.“³ Und er fährt fort: „Dass natürlich auch bei diesen Versuchen (sc. den simultanen) der Beobachter eine Vorstellung von der absoluten Entfernung des Objectes hatte, ist sicher und nicht zu vermeiden, diese ver-

¹ Dies scheint bei Herrn Dr. KIESOW der Fall gewesen zu sein. Vgl. S. 259.

² Vgl. *Zeitschr. f. Psychol.* Bd. VII, S. 111.

³ S. 267. Wie erinnerlich, konnten die beiden genannten Herren bei successivem Vergleiche Tiefenunterschiede nicht erkennen.

hält sich aber nicht anders als jene unbestimmte, weil unanalysirte, die er auch bei den Gedächtnissversuchen hatte.“

Was nun bestenfalls durch diese Gegenüberstellung der simultanen und successiven Versuche bewiesen ist, läuft darauf hinaus, dass man bei den successiven Versuchen die Vorstellung, die man sich von der Entfernung des Normalfadens macht, unverändert im Gedächtniss behalten muss, wenn ein erfolgreicher Vergleich möglich sein soll.¹ So viel würde ich *ARRER* auch ohne weiteren Beweis zugegeben haben. Dass es hier aber nur auf die Identität der ursprünglichen Vorstellung mit der gedächtnissmässig erhaltenen ankommt und dass diese Identität auch bestehen kann, wenn die Versuchsumstände keine eindeutig bestimmte Lokalisation des Normalfadens bedingen, das ist oben ausführlich erörtert worden; ich hätte die obigen Erwägungen hier nur einfach zu wiederholen.

Uebrigens ist aus der *ARRER*'schen Beschreibung seiner Successiv-Versuche deutlich zu ersehen, dass es auf die Bestimmtheit der Lokalisation als solcher gar nicht ankommt. Er versichert zwar, ohne ein bestimmtes Urtheil über die Entfernung des Normalfadens sei eine „relative Entfernungsschätzung kaum möglich“ (S. 135), unmittelbar darauf aber heisst es: „Nur wenn der Faden um so viel verschoben wird, dass eine deutliche Veränderung seines scheinbaren Durchmessers erkannt wird, schliesst der Beobachter auf eine Verschiebung nach der Tiefe; manchmal wird diese gesehen, weit öfters aber nur erschlossen.“ Ob nun das Mittel, die relative Entfernung zu beurtheilen, die scheinbare Fadendicke oder ein anderer Umstand war, das ist jetzt gleichgiltig: jedenfalls konnte die Verschiebung nach der Tiefe manchmal gesehen, häufiger erschlossen werden auch ohne ein bestimmtes Urtheil über die absolute Entfernung des Normalfadens. Und weiter berichtet *ARRER*: „Erst allmählich, aber immerhin relativ schnell, manchmal innerhalb einer Versuchsreihe von 10—20 Einzelversuchen lernt der Beobachter die Einstellungen

¹ Bei simultanem Vergleich fällt dieses Moment selbstverständlich weg. Dass der Beobachter — sagt *ARRER* S. 265 ganz richtig — bei simultanem Vergleich „nicht bemüht ist, sich eine Entfernungsvorstellung von so bestimmter Form zu bilden und in der Weise zu analysiren wie dort (sc. bei den successiven Versuchen) ist begreiflich genug, da ihm beide Entfernungen, die er zu vergleichen hat, gleichzeitig gegeben sind.“

des Objektes in verschiedenen Entfernungen unterscheiden, zunächst noch unbestimmt nach ihrer absoluten Entfernung, aber jede folgende relativ zur vorangehenden“ (S. 136).

Soviel über die ersten beiden Beweisversuche *ARRER*'s. Zur völligen Ueberzeugung des Gegners hält übrigens der Autor beide Beweisversuche nicht für hinreichend (S. 260 und 268); wir wenden uns daher sofort zum „letzten und endgiltigen Beweis.“

ARRER hat meine Versuche mit mathematischen Linien (scharf geschnittenen Kanten) wiederholt. Bei kontinuierlicher Aenderung der Entfernung und stets folgender Akkommodation erkannten seine fünf Versuchspersonen sofort, dass sie „Tiefenverschiebungen überhaupt nicht erkennen können“ (S. 280). Bei abruptem Wechsel fand zwar auch *ARRER* Intervalle, die fast ausnahmslos richtig erkannt wurden (und zwar sind dieselben kleiner als die meinigen); er nimmt aber Anstand daran, die Versuche so zu erklären wie die analogen Fadenversuche, weil hier die Aussagen der Beobachter zeigen, dass sie die verschiedensten sekundären Kriterien benützt hatten: das Grösser- oder Kleinersein der Zerstreuungskreise, die grössere oder kleinere Zeit, die zur neuen Einstellung der Akkommodation erforderlich war, kleine Blickschwankungen, Erschütterungen der Kante, wenn sie plötzlich ins Gesichtsfeld gerückt wurde und dergl. m. Ich stimme *ARRER* zu, wenn er bei Erwähnung dieser sekundären Hilfsmittel sagt: „Es könnte so gleich von vorne herein bei entfernterer Lage der zweiten Kante eine richtige Entfernungsakkommodation eingeleitet werden“ (S. 289).

Im Wesentlichen sind die Kantenversuche bei *ARRER* analog ausgefallen wie bei mir und *DIXON*. Dass *ARRER* mit meiner Interpretation derselben nicht einverstanden ist und warum, darauf komme ich später zu sprechen. Uns interessirt im Augenblick nur jener oben versprochene „endgültige Beweis“, dass man ohne bestimmte absolute Lokalisation des Normalobjektes auch die relative Lokalisation des Vergleichsobjektes nicht zu Stande bringen könne. Sucht man nun nach jenem versprochenen Beweise, so findet man nichts anderes als die Thatsache, dass jene Kantenversuche eben wirklich jene geringen Erfolge in der relativen Lokalisation ergeben haben. Verschiedene, manchmal

recht abenteuerliche¹ Gründe werden für die Unmöglichkeit einer absoluten Lokalisation der Normalkante angegeben — die Tatsache, dass dieselbe keine bestimmte ist, habe ich übrigens nie geleugnet. Dass aber diese unbestimmte Lokalisation der Normalkante die Ursache der Misserfolge bei der relativen Lokalisation der Vergleichskante war — dafür soll eben das Misslingen der Kantenversuche den Beweis abgeben (S. 285, 292—93, 296 und 298). Ich begreife schwer, wie es ARNER entgehen konnte, dass er hier eine typische *petitio principii* begeht. Ich hatte aus den negativen Erfolgen solcher Versuche, in denen blos die Akkommodation und Konvergenz geändert wurden, geschlossen, dass centripetale Akkommodations- resp. Konvergenzempfindungen an der Tiefenlokalisation nicht betheiligt sein können, und habe daher nach einer andern Erklärung gesucht. ARNER antwortet: deine Versuche sind prinzipiell verfehlt, weil deine Versuchsbedingungen so gewählt sind, dass man das Normalobjekt seiner absoluten Entfernung nach nicht bestimmt lokalisieren konnte. Und wenn ich nun frage, woher man denn weiss, dass bei einer unbestimmten absoluten Lokalisation auch eine relative nicht möglich sei, antwortet ARNER: das zeigen ja deine eigenen Versuche! „Wie sollte da aber eine relative Tiefenschätzung möglich sein, wenn der Beobachter überhaupt keine bestimmte Vorstellung von der Entfernung der ersten Kante hat?“ (S. 293). Wenn also ARNER die negativen Ergebnisse meiner Kantenversuche zu einem Argument für seine Behauptung macht, dass ein relatives Entfernungsurtheil nur möglich sei bei bestimmter absoluter Lokalisation, so setzt er bereits voraus, dass meine Ansicht, der zu Folge jene negativen Ergebnisse sich aus der Unfähigkeit erklären, Tiefenunterschiede mit Hilfe von Muskelempfindungen zu erkennen, falsch sei. Aber gerade über diese letztere Frage streiten wir ja.

So sieht also jener „endgiltige Beweis“ aus und auf Grund einer solchen „Beweisführung“ glaubt sich ARNER zu dem Urtheil berechtigt, dass eine Versuchsanordnung, die alle Lokalisationsmotive bis auf die Akkommodation und Konvergenz ausschliesst, zur Untersuchung des Einflusses eben dieser beiden letzteren Umstände auf die Tiefenlokalisation ungeeignet sei! (S. 293).

¹ Siehe unten.

ARRER beschwert sich auch über gewisse technische Gebrechen, von denen meine Versuchsanordnung nicht frei sein soll. So sei die starke Irradiation der hellen Fläche, die wegen des grossen Helligkeitsunterschiedes nicht beseitigt werden könne, insofern störend, als deshalb die Kante immer ein „verwaschenes Objekt“ bleibe und darum die Akkommodation unsicher werde (S. 280). Dem lässt sich aber doch leicht abhelfen; man macht einfach den hellen Hintergrund nicht allzu lichtstark. ARRER wird doch nicht behaupten wollen, dass man auf eine Grenzlinie überhaupt nie scharf akkommodiren könne, sonst müsste er auch glauben, dass man ein Objekt überhaupt nie scharf sehen kann, da doch „ein Objekt scharf sehen“ so viel heisst wie „dessen Begrenzungslinien scharf sehen“. Wenn es also überhaupt möglich ist, Konturen scharf zu sehen, so wird man wohl auch in den besprochenen Versuchen die Beleuchtungsverhältnisse so gestalten können, dass das möglich wird, was man im täglichen Leben jeden Augenblick verwirklicht findet, nämlich das scharfe Bild einer Kontur. Es ist ARRER'S Sache, wenn er das nicht erreicht hat; die Versuchsanordnung, wie ich sie angegeben habe, ist daran ganz unschuldig.

Noch weniger verständlich ist es mir, wenn ARRER sich über meine Versuchsanordnung in folgender Weise äussert: „Als Objekt wird ihm (sc. dem Beobachter) die Grenzlinie zwischen dem dunklen und dem hellen Theil seines Gesichtsfeldes geboten. Ist das aber ein Objekt? War es vor Allem auch das wirkliche Objekt der Beobachter? Mancher von ihnen, mit dem Apparat noch nicht bekannt, hielt beim ersten Hineinsehen in das Blickrohr die beleuchtete Fläche für das Objekt und den schwarzen Theil des Gesichtsfeldes für das Dunkel des Dunkelzimmers. Es wurde dann der sichtbare Theil der beleuchteten Glasplatte für näher gehalten als der dunkle Schirm, von dem der Beobachter nichts wusste. Man wird mir sagen, solche Täuschungen beweisen nichts ausser ihrer Möglichkeit; und dann hat man dem Beobachter zu sagen, dass ihm als Objekt eben jene Farbengrenze zu dienen habe. Letzteres ist aber nicht möglich, denn es müsste dann diese Grenze unabhängig von den Objekten bestehen, unabhängig von ihnen lokalisiert werden können. Die Grenze eines Objektes, sofern sie eben als Grenze des Objektes oder der Objekte aufgefasst wird, wird aber mit den Objekten selbst lokalisiert. Nun giebt es kein Mittel, bei scharfer Akkommodation auf die Grenze zweier Flächen, die gleichmässig in der Farbe und absolut allein im Gesichtsfelde unterscheidbar sind,¹ diese irgendwie bestimmt zu lokalisieren“ (S. 293—94). Es soll nicht möglich sein, dass dem Beobachter eine Farbengrenze als Objekt diene, weil die Grenze dann unabhängig von den Objekten bestehen und unabhängig von ihnen lokalisiert werden müsste? Meint der Verf. mit dem „als Objekt dienen“ nur soviel wie „scharf gesehen werden“? Dann verstehe ich die Begründung nicht; denn das Scharfsehen einer Linie kann doch nicht davon abhängen, ob man diese Linie lokalisieren kann und wie — das Scharfsehen ist doch eine rein physikalische Angelegenheit des dioptrischen Apparates. Ver-

¹ Verf. scheint also doch die S. 280 bestrittene Möglichkeit einer scharfen Akkommodation auf eine Grenzlinie jetzt wieder gelten zu lassen.

steht aber der Verf. den Satz, die Farbengrenze könne nicht als Objekt dienen, so, dass er damit sagen will, sie könne nicht bestimmt lokalisiert werden — dann gebe ich zwar die Thatsache zu, aber nicht die Begründung („denn es müsste dann diese Grenze unabhängig von den Objekten bestehen, unabhängig von ihnen lokalisiert werden können“). Wann immer wir scharfbegrenzte Objekte lokalisieren, lokalisieren wir die Objekte nach ihren Grenzen und nicht die Grenzen nach den Objekten, wie sehr wir auch die Ueberzeugung haben mögen, dass die Grenze nichts unabhängig von dem Begrenzten Bestehendes sein kann. Wenn wir z. B. eine begrenzte Fläche auf Grund der Netzhautdisparation lokalisieren, so ist es die Disparation der Grenzen der beiden Halbbilder, welche eine unmittelbare Fern- oder Nahvorstellung hervorruft, nicht die gleichmässige Ausfüllung der beiden Flächenhalbbilder, die ja, gerade wenn man von den Grenzen absehen könnte, gar keine Disparation erzeugen könnten. Das Primäre ist demnach die Lokalisation der Grenze, das Sekundäre die des Begrenzten. Es ist demnach falsch zu sagen, dass man in meinen Versuchen die Grenzlinie der beiden Sehfeldhälften deshalb nicht bestimmt lokalisieren könne, weil man die beiden Flächen, durch welche die Grenze gebildet wird, nicht bestimmt lokalisieren kann.

Einen weiteren Versuchsfehler will DIXON¹, dem ARTER beistimmt (a. a. O. S. 288), bei den Versuchen mit kontinuierlicher Verschiebung der Kante gefunden haben: DIXON meint, der Akkommodations- und Konvergenzwechsel sei bei diesen Versuchen zu sehr abgestuft („too gradual“) und darum sei die Distanzänderung nicht zu erkennen, „geradeso wie ein Vater das Heranwachsen seiner eigenen Kinder nicht bemerken, hingegen überrascht sein wird von dem Wachstum anderer Leute.“ Der Vergleich ist nicht sehr glücklich. Die Kinder wachsen bekanntlich nicht schnell genug um ihr Grösserwerden sehen zu können; ihre Grössenänderung wäre nur in dem Sinne „too gradual“ als sie zu langsam ist. Bei Darstellung meiner Versuche habe ich aber eigens erwähnt, es müsse dafür Sorge getragen werden, „dass die Bewegung mit einer Geschwindigkeit erfolgt, die es dem Beobachter eben möglich macht, bequem mit der Akkommodation zu folgen“.² Würden die Kinder so rasch wachsen, dass man der Erhebung ihrer Köpfe eben noch bequem mit dem Blicke folgen könnte, dann — meine ich — würde auch der eigene Vater so etwas von Wachstum merken! Wenn man die Geschwindigkeit der Akkommodationsänderung so weit steigert, dass man eine stetige Schärfe des Bildes gerade noch erreichen kann, und wenn man dabei die Distanz des Objektes vom Fernpunkt bis in die Nähe des Nahpunktes ändert, dann müsste doch endlich einmal die Akkommodation jene Rolle in der Tiefenwahrnehmung auch wirklich spielen, die man ihr vielfach vindicirt.

¹ *Mind*, 1895, S. 204.

² *Zeitschr. f. Psychol.* Bd. VII, S. 118.

IV. Einfluss der willkürlich intendirten Akkommodationsänderung auf das Urtheil über Näher und Ferner.

Ich komme zu den Einwänden, welche ARBER gegen die Deutung, die ich meinen Versuchen gegeben, erhoben hat. Da mir die negativen Resultate der ersten Versuchsreihe (kontinuierliche Aenderung der Distanz bei fortwährendem Folgen der Akkommodation) zu beweisen schienen, dass centripetale Empfindungen, sei es von der Binnenmuskulatur, sei es von den äusseren Augenmuskeln, für die Tiefenvorstellung keinesfalls etwas leisten können, erhob sich die Frage, woher es denn komme, dass man bei abruptem Wechsel der Distanz doch bis zu einem gewissen Grade Entfernungsunterschiede richtig beurtheilen kann. Ich glaubte dieser Erscheinung durch die Annahme gerecht zu werden, dass der Beobachter durch willkürlich intendirte Akkommodationsänderung ermittle, ob die Anspannung oder die Entspannung der Akkommodation zum Deutlichsehen des Vergleichsobjectes führe. Darnach wäre nicht die erfolgte, sondern die willkürlich intendirte Akkommodationsänderung der Anhaltspunkt für unser Tiefenurtheil; es fände sozusagen ein Ausprobiren statt, indem der Beobachter versucht, ob er mittels einer willkürlichen Anspannung oder Entspannung das Deutlichsehen des Vergleichsobjectes fördert bzw. erreicht. Mit dieser Annahme harmonirte u. A. auch der Umstand, dass die Beobachter, auch wo sie richtig urtheilten, die Angabe machten, dass sie keine anschauliche Vorstellung von der Entfernungsänderung erhielten, also nicht in der Weise, wie dies bei binokularen Versuchen vermöge der Disparation der Fall sei.¹

Da ARBER auf diesen Erklärungsversuch zu sprechen kommt, äussert er sich darüber wie folgt: „Wie steht es aber um diese Erklärung, vor Allem worauf stützt sie sich? In der früher ausgeführten Form nur auf eine Denkmöglichkeit. Aus HILLEBRAND'S Abhandlung ist kaum zu entnehmen, dass ihm auch nur ein Beobachter den Vorgang so beschrieb, wie er ihn er-

¹ Vgl. meine Abhandlung S. 147.

klärt. Oder sollte er irgendwie unterbewusst geschehn? Dies ist nach der Erklärung ausgeschlossen, da die Innervation immer eine bewusst gewollte sein müsste, um für das Erkennen etwas zu leisten. Auch in den Aussagen der Beobachter bei DIXON und bei mir ist nichts enthalten, was die HILLEBRAND'sche Erklärung stützen könnte“ (S. 285).

Lassen wir zunächst einmal den Einwand bei Seite, dass die Beobachter nichts darüber angaben, auf welchem Wege sie zu ihrem Urtheil gelangt waren — ich komme später darauf zurück; eine blosse „Denkmöglichkeit“ war meine Erklärung durchaus nicht. Abgesehen von den später zu erwähnenden zeitmessenden Versuchen und abgesehen von den früher erwähnten Angaben meiner Versuchspersonen, dass ihnen die Distanzänderungen, auch wenn sie sie richtig erkannten, doch niemals anschaulich waren, war mir bei meiner Erklärung vor Allem die Thatsache maassgebend, dass bei kontinuierlicher Aenderung der Distanz (erste Versuchsreihe) weder das Vorhandensein noch die Richtung der Distanzänderung erkannt werden konnte, obwohl hier die Akkommodationsänderung unter mindestens ebenso guten Bedingungen die Tiefenvorstellung hätte beeinflussen müssen wie in der zweiten Versuchsreihe. Ich habe in meiner Abhandlung ausdrücklich betont, dass die Versuche mit abruptem Distanzwechsel, wenn sie allein und für sich betrachtet werden, sich durch Muskelempfindungen auch erklären liessen, dass aber diese Erklärung sofort unmöglich wird, wenn man zugleich auf die negativen Ergebnisse bei kontinuierlicher Distanzänderung achtet.¹ ARBER hätte daraus ersehen können, dass meine Annahme durchaus keine blosse „Denkmöglichkeit“ war. Auch für die wenigen Fälle, in denen bei kontinuierlicher Aenderung der Entfernung die Richtung erkannt wurde, nahm ich an, es müsste hier der Beobachter nicht einfach mit der Akkommodation gefolgt sein, sondern dieselbe willkürlich geändert, bald angespannt bald entspannt und zugleich darauf geachtet haben, ob er das Scharfsehen dadurch fördere oder schädige.² Es war mir nicht uninteressant bei DIXON eine direkte Bestätigung dieser Annahme zu finden. Während nämlich DIXON's übrige Versuchspersonen die Richtung der kontinuierlichen

¹ Vgl. meine Abhandlung S. 134.

² Meine Abhandlung S. 130 und 132—33.

Verschiebung ebensowenig erkennen konnten wie die meinigen, war doch ein Beobachter (der Bruder des Autors, Herr T. T. Dixon) darunter, der die Richtung auffallend gut erkannte; aber er bediente sich dabei nach seiner eigenen Angabe eines Kunstgriffes („trick“), indem er nämlich die Akkommodation nicht folgen liess, sondern absichtlich sistirte, sie dann aber nach einer der beiden möglichen Richtungen willkürlich veränderte und daraus erkennen konnte, welche Aenderung das Deutlichsehen förderte.¹

ARRER nimmt weiter Anstoss daran, dass jenes von mir angenommene willkürliche Ausprobiren von keinem meiner Beobachter so beschrieben worden sei, ja dass sie überhaupt nichts davon erwähnten; das Gegentheil sei aber zu erwarten, da die Innervation meiner eigenen Ansicht zufolge eine bewusst gewollte sein müsse.

Auch hierin sehe ich nichts Auffälliges. Wenn alle bewussten Kriterien des Distanzurtheils desswegen, weil sie bewusst sind, von den Beobachtern auch richtig beschrieben werden müssten, dann könnten wir Beide, ARREER und ich, uns die meisten unserer Versuche und sämtliche daran geknüpfte Diskussionen ersparen. Da sowohl die Akkommodationsempfindungen wie auch die willkürliche Innervation (wie ich sie annehme) etwas Bewusstes sein müssen, so brauchten wir jeden unserer Beobachter bloß einen Verschiebungsversuch (kontinuierlich oder abrupt) machen zu lassen, um ihn dann einfach zu fragen: urtheilst du hier auf Grund der Akkommodationsempfindung oder auf Grund einer willkürlichen Innervation? Die Sache wäre äussert einfach, wir ersparten uns jedenfalls alle Interpretationsarbeit. Weil sie aber thatsächlich nicht so einfach ist und weil in dem Vorhandensein der inneren Wahrnehmung keineswegs involvirt liegt, dass das so Wahrgenommene richtig analysirt und beschrieben werden müsse, ja nicht einmal dass alle seine Theile auch bemerkt werden müssen,² haben sowohl ARREER als ich den Weg indirekter Beweise betreten.

¹ DIXON a. a. O. S. 189.

² Wäre doch sonst die ganze deskriptive Psychologie mit einem Schlage erledigt; jeder müsste mit derselben Untrüglichkeit, mit der er einen Vorgang innerlich wahrnimmt, ihn auch analysiren und beschreiben können. Es gäbe keine Meinungsverschiedenheiten und die deskriptive Psycho-

Beiläufig erinnere ich daran, dass ich es schon in meiner citirten Abhandlung bei Erwähnung der willkürlich intendirten Akkommodation als den wahrscheinlicheren Vorgang bezeichnet habe, dass die unmittelbare Wirkung des Willens eine Entfernungsvorstellung in der Phantasie sei und dass sich die Akkommodation dann unter der Direktive dieser Phantasievorstellung ändere (a. a. O. S. 133).

Anmerkung. Gegen die Ansicht, dass der bewusste Willensimpuls hier das Entscheidende sei, bemerkt ARBER u. A.: „Das wirkliche Kriterium, wonach die Tiefenunterschiede erschlossen wurden, ist das Undeutlichsehen der Kante, und der bewusste Willensimpuls, von jenem Undeutlichsehen selbst herkommend, nur das Mittel zur Interpretation dieses Kriteriums“ (S. 287—88). Darauf antworte ich: das Undeutlichsehen der Kante kann nur ein Kriterium dafür sein, dass die Kante entweder näher oder ferner liegt, da sie ja in beiden Fällen in Zerstreuungskreisen erscheint. Da es sich bei der relativen Tiefenlokalisation aber eben darum handelt, sich für eine von den beiden Möglichkeiten, Näher oder Ferner, zu entscheiden, so kann gerade das Undeutlichsehen kein Kriterium sein und der bewusste Willensimpuls kann eben wegen dieser Zweideutigkeit nicht vom Undeutlichsehen „herkommen“. Ich kann nicht in abstracto das Anspannen oder Entspannen intendiren, sondern nur das Eine oder das Andere. Wenn ARBER den bewussten Willensimpuls „das Mittel zur Interpretation dieses Kriteriums“ (sc. des Deutlichsehens) nennt, so ist das ein Spiel mit Worten: es kommt lediglich darauf hinaus, dass ARBER ein Mittel, welches uns zur Entscheidung zwischen den beiden möglichen Bedeutungen eines zweideutigen Kriteriums verhilft, nicht mehr mit dem Namen eines „Kriteriums“, sondern mit dem eines „Interpretationsmittels“ belegt. Ueber die Nomenklatur will ich nicht streiten; wer von uns Beiden aber hier einen „voreiligen Schluss“ gemacht hat, möge der Leser entscheiden. ARBER fährt fort: „Der Inhalt dieses Schlusses ist aber auch psychologisch leer, denn ein Willensimpuls muss eine Vorstellungsgrundlage haben, er muss sich ferner auf etwas beziehen. Seine Grundlage ist das undeutliche Bild der Kante, sein Zweck das Deutlichsehen, die Verbindung beider und die Schlussfolgerung sind logische Vorgänge. Also auch nach dieser Seite ist nicht er (ARBER meint den Willensimpuls) es, der das Erkennen der relativen Tiefenunterschiede bedingt“ (S. 288). Darauf ist Aehnliches zu

logie wenigstens wäre ein Reich des ewigen Friedens. — ARBER wird wohl zugeben, dass die, die Klangfarbe bestimmenden Obertöne nichts „Unbewusstes“ sind. Würde aber daraus folgen, dass man das Phänomen eines Klanges darum auch schon richtig müsste analysiren, d. h. die Partialtöne angeben können, dann hätte es nicht so langer Zeit bedurft, um die Thatsache der verschiedenen Klangfarben zu erklären. Jeder, der einen Flötenton von einem Geigenton zu unterscheiden wusste, hätte uns ohne Weiteres darüber Aufschluss geben können.

erwidern wie oben. Ich will einmal zugeben, dass der letzte Zweck das Deutlichsehen der Vergleichskante sei.¹ Da ich aber nicht wissen kann, ob ich diesen Zweck durch Anspannen oder Entspannen der Akkommodation erreiche (die Zerstreuungskreise sind ja zweideutig), so versuche ich es mit dem einen und mit dem andern — der unmittelbare Gegenstand des Willens ist also das Anspannen resp. Entspannen; und wenn auch der letzte Zweck das Deutlichsehen ist, so gründet sich unser Entfernungsurtheil doch nicht darauf, dass das Deutlichsehen erreicht wurde, sondern darauf, wie es erreicht wurde, ob durch Anspannen oder Entspannen des Akkommodationsapparates. Warum der Inhalt eines solchen „Schlusses“ „psychologisch leer“ sein soll, weiss ich nicht.

Ich komme zu einem weiteren Einwand, den ARBER gegen meine Deutung der Kantenversuche erhoben hat.

Um die Annahme, dass bei abruptem Wechsel der Objekte ein Ausprobieren mittels willkürlicher Akkommodationsänderung stattfindet, weiter zu stützen, habe ich Versuche über die zur Akkommodation nöthige Zeit gemacht, und zwar einmal in der Weise, dass der Beobachter wusste, ob das zweite Objekt näher oder ferner liegt als das erste, in einer zweiten Reihe aber so, dass der Beobachter davon keine Kenntniss hatte. Ueber die Versuchsanordnung ist das Nähere in meiner Abhandlung zu finden²; hier nur so viel: das Fixationsobjekt war ein vertikaler Faden im leeren Gesichtsfeld; vor und hinter demselben konnte je eine feine Nadel mittels einer Federrichtung so in das Gesichtsfeld geschneit werden, dass sie, in der Blickebene (horizontal) liegend, mit ihrer Spitze bis hart an die Symmetrieebene des Apparates reichte (in welcher Ebene der vertikale Faden lag). Die Nadeln waren verschieden dick und ihre Entfernungen vom Faden so gewählt, dass, wenn der Beobachter auf den Faden einstellte, beide Nadeln in gleich grossen Zerstreuungskreisen erschienen; man konnte also aus der Undeutlichkeit des Bildes nicht erkennen, ob dasselbe von der vorderen oder hinteren Nadel herrührte¹. Die messenden Versuche

¹ Strenge richtig ist nicht einmal dies; der letzte Zweck, den der Beobachter im Auge hat, ist das Erkennen der relativen Entfernung. Er sucht ihn zu erreichen mittels einer erfolgreichen (d. h. das Deutlichsehen erzielenden) Akkommodationsänderung.

² *Zeitschr. f. Psychol.* Bd. VII, S. 140 ff.

³ Auch die verschiedene chromatische Färbung der Zerstreuungskreise wurde beseitigt.

haben nun hauptsächlich zweierlei ergeben: erstens, dass bei unbekannter Lage der Nadel die Akkommodationszeiten im Durchschnitt beträchtlich grösser sind als bei bekannter Lage; zweitens, dass die Zeiten unter einander viel grössere Verschiedenheiten zeigen, wenn man die Lage der Nadel nicht kennt. Beides schien mir ein indirekter Beweis für die vermuthete Thatsache, dass beim Uebergang der Akkommodation von einem Objekt zu einem andern, dessen relative Lage zum ersteren man nicht kennt, eine Art Ausprobirens der Akkommodationsrichtung stattfindet. Namentlich waren mir die grösseren Abweisungen vom Mittel beweisend: denn selbstverständlich wird, wenn man zufällig die passende Akkommodationsänderung einleitet, das Ziel rascher erreicht sein als wenn man die Akkommodation zunächst unpassend ändert (z. B. anspannt, während die Nadel ferner liegt) und dann — durch das Wachsen der Zerstreuungskreise veranlasst — eine entgegengesetzte Aenderung einleiten muss.

An diese Deutung meiner Zeitmessungen schliesst nun ARBER folgende Bemerkung an: „Zugegeben alles das, so vermag ich doch nicht einzusehen, wie diese Resultate für die in Rede stehende Erklärung (sc. die Erklärung meiner Kantenversuche bei abruptem Wechsel) sprechen sollen. Mit diesen Versuchen ist höchstens dargethan, dass ein Ausprobiren in der Akkommodation bis zu ihrer richtigen Einstellung im Allgemeinen stattfinden kann. Fand aber eine solche (soll wohl heissen „ein solches“, sc. Ausprobiren) in den Versuchen, die dadurch erklärt werden sollen, auch wirklich statt? Ein subjektiver Beweis, so sahen wir, fehlt dafür, ein objektiver Beweis wäre aber nur dann erbracht, wenn Zeitaufnahmen über die Akkommodationseinstellung bei diesen Versuchen selbst vorliegen, und diese mit jenen ersteren irgend welche Uebereinstimmung aufweisen würden“ (S. 286). Ich hätte also die Akkommodationszeiten bei denjenigen Versuchen selbst messen sollen, in welchen die relative Lokalisation einer Kante zu einer andern untersucht wurde, so glaubt ARBER. Ich frage aber: worin besteht denn der Unterschied zwischen den beiden Versuchsumständen, bezw. zwischen den Situationen, in denen sich der Beobachter das eine und das andere Mal befindet? Hier und dort geht er von der Einstellung auf ein bestimmtes Objekt aus (bei den Lokalisationsversuchen ist das Objekt eine Kante, bei

den Zeitmessungen ein Faden); hier und dort wird ihm plötzlich ein zweites Objekt gezeigt, das zunächst in Zerstreuungskreisen erscheint; hier und dort weiss er weder durch die Zerstreuungskreise noch durch irgend einen sonstigen Anhalt etwas darüber, ob das zweite Objekt näher oder ferner liegt als das erste; in beiden Fällen sucht er ferner das zweite Objekt scharf zu sehen. In beiden Fällen sind also alle Umstände, die für die Akkommodation irgend in Betracht kommen können, dieselben. Wenn sich beim Uebergang der Akkommodation auf die nähere oder fernere Nadel jene oben beschriebenen Zeitverhältnisse ergaben, so kann ich mir nicht im Entferntesten einen Grund denken, warum jene Verhältnisse andere werden sollten, wenn man statt der Nadeln Kanten und statt des Fixationsfadens eine Fixationskante in Anwendung bringt; dann haben wir aber eben dieselben Versuchsbedingungen, wie ich sie bei den Lokalisationsversuchen eingeführt habe mit der einzigen Ausnahme, dass bei diesen letzteren Versuchen das erste Objekt beim Auftreten des zweiten verschwindet, während bei den Zeitmessungen das erste Objekt (der Faden) nicht entfernt wurde. Dieser Unterschied ist aber durchaus gleichgiltig; denn im Augenblick, in welchem die Nadel sichtbar wird, ist die Aufmerksamkeit und die Thätigkeit der Akkommodation nur auf diese gerichtet, mit dem Faden hat der Beobachter gar nichts mehr zu schaffen, ebenso wie wenn er gar nicht mehr da wäre.

Ich habe bei den Zeitmessungen die drei Entfernungen: 175 cm (nähere Nadel), 250 cm (Faden) und 480 cm (fernere Nadel) benützt; natürlich hätte ich nebstdem auch alle jene Intervalle durchprobiren können, welche bei den Lokalisationsversuchen mit den Kanten in Anwendung kamen. Aber was für ein Grund lässt sich ersinnen, warum die konstatirten Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Zeitmessung bei bekannter und bei unbekannter Lage des zweiten Objektes nicht bestehen sollten, wenn man statt der erwähnten drei andere Distanzen wählt z. B. die bei den Kantenversuchen benützten, solange man nur überhaupt das Bereich der Akkommodationslinie überschreitet? Die absoluten Zeitwerthe würden gewiss andere werden, aber auf diese kam es ja überhaupt nicht an. Wenn also die Resultate der Zeitmessungsversuche (unter den oben angegebenen Umständen) sich am besten durch die Annahme eines „Ausprobirens“ verstehen lassen, so ist diese Annahme eben dadurch

auch für die Kantenversuche plausibel gemacht und zwar mit demselben Grade von Wahrscheinlichkeit. Jedenfalls wäre es *ARRER's* Sache gewesen zu zeigen, welcher Unterschied in den beiderseitigen Versuchsbedingungen es verbietet die einen Versuche analog zu interpretieren wie die andern.

Unter der Devise „Hilf was helfen kann!“ steht aber unverkennbar der folgende „Einwand“, der sich wiederum gegen die Ansicht kehrt, dass in meinen Versuchen der Entfernungunterschied durch willkürlich intendierte An- und Entspannung der Akkommodation erkannt werde: nehmen wir an, meint *ARRER*, die Vergleichskante sei weiter entfernt als die Normalkante, und der Beobachter leite eine willkürliche Entspannung der Akkommodation ein (also eine zufällig passende Aenderung), so entsteht die Frage: „Wird er das Deutlichsehen unbedingt fördern müssen?“ Und *ARRER* antwortet: „Nur in dem einen Falle, wenn er mit der Akkommodation nicht über das Ziel hinauschießt. Dies wäre aber ohne Weiteres möglich, und der Beobachter kehrt nun mit der Akkommodation um, fördert jetzt vielleicht das Deutlichsehen und schätzt näher, trotzdem die Kante weiter war, und zwar weiter als das Ausmaass der unwillkürlichen Akkommodationsänderung betrug. Darauf kam es an“ (S. 286—87).

Der Fall, von dem *ARRER* ausgeht (dass die willkürliche Akkommodationsänderung über's Ziel schieße) ist zwar direkt durch gar keine Erfahrung bezeugt, er ist auch von vornherein nicht wahrscheinlich, weil man nicht recht einsieht, warum Jemand, der — blos von dem Streben geleitet einen ferneren Gegenstand scharf zu sehen — seine Akkommodation entspannt, dieser willkürlichen Aenderung nicht auch ebenso willkürlich ein Ende setzen sollte, wenn er sein Ziel (das Scharfsehen) erreicht hat. Es hat recht wenig für sich einen solchen Fall zu fingieren und ich könnte hier mit grösserem Rechte *ARRER* eine Vorlesung über „blosse Denkmöglichkeiten“ halten. Aber immerhin ganz ausgeschlossen ist es nicht, dass die willkürliche und passende Akkommodationsänderung über's Ziel schießt; bei geringen Entfernungunterschieden und sehr energischer Innervation (bezw. Innervationsnachlass) könnte das vielleicht einmal eintreten. Nehmen wir diesen Fall also als verwirklicht an, so müsste der Beobachter doch während der — über das gewünschte Ziel hinausgehenden — Akkommodationsänderung sehen, dass die

anfänglichen Zerstreuungskreise immer kleiner werden, dann gänzlich verschwinden und schliesslich wieder zu wachsen beginnen (letzteres, sobald die Akkommodation über ihr Ziel hinausgegangen ist). Ich habe nie behauptet, dass die willkürliche Akkommodationsänderung allein es sei, auf der das Tiefenurtheil beruht; vielmehr habe ich fortwährend betont, dass zur willkürlichen Aenderung der Akkommodation noch die unmittelbare Wahrnehmung kommen müsse, dass man mittels derselben das Deutlichsehen gefördert oder geschädigt habe. Wenn nun Einer mit der willkürlichen Akkommodationsänderung auch über's Ziel schießt, so hat er doch gesehen, dass er bis zum Beginne des Exzesses das Deutlichsehen fortwährend förderte und sogar erreichte, und darauf konnte er sein Urtheil ebensogut gründen, wie wenn er nicht über's Ziel geschossen hätte. ARBER hat Sorge, man werde nach dem Ueberschreiten des Zieles mit der Akkommodation umkehren, also nach der exzessiven Entspannung wieder eine Anspannung einleiten und nun — diesem letzteren Impulse entsprechend — das zweite Objekt für näher halten. Ich frage aber: warum wechselt der Beobachter in diesem Falle den Akkommodationsimpuls überhaupt? Doch offenbar nur deswegen, weil er die Zerstreuungskreise, nachdem sie abgenommen haben, nun wieder grösser werden sieht. Hat ihn also dieser Umstand zur Umkehr veranlasst, dann wird er die grössere Entfernung des Vergleichsobjektes erst recht richtig beurtheilen müssen, weil er nicht nur den Exzess seiner ersten Innervation durch das Anwachsen der bereits verschwundenen Zerstreuungskreise als Exzess erkennen wird, sondern überdies noch durch die willkürliche Umkehr und die gleichzeitige Wiederabnahme der Zerstreuungskreise sozusagen die Probe auf's Exempel gemacht sieht. ARBER hätte Folgendes bedenken sollen: wenn der Beobachter durch die willkürliche Umkehr der Akkommodation zu einem falschen Urtheil veranlasst wird, so wird er es doch nur deswegen, weil er die Zerstreuungskreise abnehmen sieht; warum soll er dann aber bei der ersten (passenden) Akkommodationsänderung, die ebenfalls zum Schwinden der Zerstreuungskreise führt, nicht zum richtigen Entfernungsurtheil veranlasst werden? ARBER acceptirt also hier das Prinzip der willkürlichen Akkommodationsänderung für die Akkommodation, die zu einem falschen Urtheil führt, und mir will er vorwerfen, dass ich dasselbe Prinzip für diejenige Akkommodation anwende, die zu

einem richtigen Urtheil führt. Ob durch Einwände von dieser Qualität meine „ganze Erklärung als ungenügend, um nicht zu sagen unbrauchbar“ erwiesen wird, das zu beurtheilen überlasse ich getrost dem Leser.

V. Ueber die Verwendung von Objekten, die ihren scheinbaren Durchmesser ändern.

In Kürze will ich noch auf die Frage zu sprechen kommen, ob die Verwendung von Fäden als Fixationsobjekte, selbst wenn sie wie bei ARBER bloss 0,22 mm dick sind, wirklich keinen Versuchsfehler konstituiert. Vor Allem: wenn man bei Anwendung von Fäden *ceteris paribus* erheblich bessere Urtheile über die relative Entfernung erzielt als bei Anwendung mathematischer Linien¹, so muss die Ursache der verschiedenen Resultate doch in demjenigen Umstand gesucht werden, durch den allein die beiden Versuchsanordnungen sich von einander unterscheiden, also darin, dass das Fixationsobjekt das eine Mal eine endliche (wenn auch noch so geringe) Breite hatte, das andere Mal aber die Breite Null. Wodurch sonst ist aber der Einfluss der Breite überhaupt verständlich als durch die merkliche Breitenänderung bei Verschiebung des Fadens? ARBER wird vielleicht auch hier wieder sagen: der Unterschied erklärt sich daraus, dass es bei den Fäden eher möglich ist das Normalobjekt absolut zu lokalisieren als bei den Kanten; die absolute Lokalisation sei aber eine Bedingung der relativen.

Obwohl nun diese letztere Abhängigkeit gewiss nicht besteht (siehe die obigen Erörterungen S. 85 ff.), so will ich sie ARBER für den Augenblick einmal zugeben. Ich frage dann aber: warum gelingt denn die absolute Lokalisation eines Fadens besser als die einer Kante? Die blosse Thatsache einer Aus-

¹ Man vergleiche ARBER's Tabellen S. 141—42 (Anwendung von Fäden) mit der Tabelle S. 282 (Anwendung von Kanten), so wird man für die beiden Tabellen gemeinsamen, Beobachter (FRUIT, TAWNEY und THIÉRY) sehr beträchtliche Unterschiede finden.

dehnung nach der Breite würde hier nichts erklären, weil dasselbe Bild von einem ferneren und dickeren wie von einem näheren und dünneren Faden herrühren kann. Es bleibt also gar nichts anderes übrig als sich vorzustellen, dass der Normalfaden (der ja in allen Versuchen derselbe war) näher oder ferner lokalisiert wurde je nachdem sein scheinbarer Durchmesser von einem Versuch zum andern merklich grösser oder kleiner war. Die sogenannte „absolute“ Lokalisation wäre dann auch nur eine relative, relativ nicht innerhalb eines und desselben Versuches, sondern von einem Versuch zum andern. Man könnte also, um den Einfluss der scheinbaren Dicke auszuschliessen, nur zweierlei thun: entweder man verwendet Normal- und Vergleichsfäden von verschiedener Dicke, so dass der Beobachter nie weiss, welche Fäden vom Experimentator augenblicklich gewählt wurden — oder man verwendet Objekte, die gar keine Dicke haben: der letztere und sicherere¹ Weg ist von mir eingeschlagen worden.

ARRER'S Versuchspersonen haben zwar mehrfach selbst die scheinbare Fadendicke für merkbar veränderlich erklärt², ja der Verf. bezeichnet den scheinbaren Durchmesser mitunter selbst als eines der Lokalisationsmittel (S. 224 u. 225); aber trotzdem hält er dieses Kriterium nicht für „objektiv bedingt“ (S. 225) und daher die betreffenden Aussagen der inneren Wahrnehmung nicht für fähig „objektiv“ bestätigt zu werden (S. 145). Nun will ich nicht weiter darauf eingehen, wie bedenklich es ist, dem Zeugnis der inneren Wahrnehmung dort, wo es sich nicht etwa um Deutung oder Analyse sondern um das unmittelbare Konstatieren des psychisch Erlebten handelt, eine „objektive“ Korrektur entgegenzustellen; ich will nicht näher ausführen, dass in Fällen, wo das direkte Zeugnis der inneren Wahrnehmung unseren Schlüssen aus „objektiven“ Daten widerspricht, sofort diese letzteren und nicht die Aussage der inneren Wahrnehmung angezweifelt werden müssen; vielmehr will ich sogleich untersuchen, wie es denn mit jenen „objektiven“ Gründen aussieht, denen zu Liebe man trotz innerer Wahrnehmung an eine psychisch

¹ Sicherer ist er darum, weil bei Anwendung verschieden dicker Fäden die dickeren sehr leicht unterscheidbare Einzelheiten erkennen lassen können, wodurch also wieder ein Versuchsfehler eingeführt wäre.

² Vgl. z. B. S. 140, 145, 224, 225.

wirksame Aenderung der scheinbaren Fadendicke nicht soll glauben dürfen. Ich habe in meiner citirten Arbeit auf einen Aufsatz von E. A. WÜLFING „über den kleinsten Gesichtswinkel“¹ hingewiesen, in welchem dieser Autor als Minimalwerth des Gesichtswinkels, unter dem zwei Lichteindrücke noch eben unterschieden werden können, 10 bis 12 Winkelsekunden angiebt. Darauf beruft sich nun ARRER; er rechnet für die monokulare Versuchstabelle eines Beobachters die Differenzen der Gesichtswinkel, unter welchen Normal- und Vergleichsfaden erscheinen, und findet, dass sich diese Differenzen in dem Intervall zwischen 12" und 1" bewegen (S. 139); daraus schliesst er auf die Unzulässigkeit der Annahme, „es hätte die scheinbare Dicke des Fadens bei diesen Versuchen eine Rolle gespielt“ (S. 140).

WÜLFING hat sich folgender Versuchsanordnung bedient: er benützt einen feinen ($\frac{1}{3}$ mm breiten) hellen Spalt, dessen untere Hälfte parallel mit sich selbst verschoben werden kann, ähnlich wie die Theilstriche eines Nonius gegen die des Maassstabes verschoben werden können. WÜLFING kann eine Verschiebung von 0,1 mm noch auf 2 m Entfernung erkennen, was einen Gesichtswinkel von 10" ergiebt (a. a. O. S. 201). Analoge Versuche mit Nonien (schwarze Theilstriche auf weissem Karton) zeigten, dass eine Verschiebung von 0,056 mm auf 1 m Entfernung noch erkennbar war, was einen Gesichtswinkel von 12" ergiebt (S. 201). WÜLFING fügt bei: „Bei günstigeren Beleuchtungsverhältnissen, d. i. bei Linien, die sich besonders scharf von ihrem Grunde abheben, würde man als Grenze der Wahrnehmbarkeit wahrscheinlich einen noch kleineren Gesichtswinkel erhalten (S. 201).

Es fällt nun in die Augen, dass WÜLFING's Resultate nicht ohne Weiteres auf Beobachtungen über successive Entfernungsänderung anwendbar sind, was ich seiner Zeit selbst betont habe². Bei WÜLFING's Versuchen waren die beiden Objekte gleichzeitig vorhanden; damit ist schon gesagt, dass die Irradiation nicht gänzlich ausgeschlossen sein kann, obzwar sie natürlich viel weniger zu bedeuten hat als wenn man nach der alten Methode zwei Lichtpunkte benützt. Die Irradiations-

¹ *Zeitschrift für Biologie*, XXIX. Bd., der neuen Folge XI. Bd., S. 199 ff.

² *Zeitschr. f. Psychol.* Bd. VII, S. 116.

kreise des Noniustheilstrichs und des Maassstabtheilstrichs können freilich nur mit ihren einander zugekehrten Enden ineinander greifen, aber man kann darum doch nicht sagen, sie griffen gar nicht ineinander. Ferner wird die Fähigkeit auf derartig feine Objekte noch in 1 bis 2 m Entfernung vollkommen scharf einzustellen sicherlich eher abhanden kommen als man die letzte Grenze in der Feinheit des Ortssinnes der Netzhaut erreicht hat; die sphärische Abweichung und der geringste etwa vorhandene Astigmatismus würden überdies Zerstreungskreise erzeugen, die bei so extrem feinen Versuchen nothwendig in Betracht zu ziehen wären. Das Missliche ist nun dies: wenn man durch eine bedeutende Helligkeitsdifferenz zwischen Linie und Grund die dioptrischen Zerstreungskreise abzuschwächen sucht (und sie werden ja dann durch Kontrast abgeschwächt), so verhilft man gerade damit der physiologischen Irradiation zu grösserem Einfluss und kommt so von der Scylla in die Charybdis. Ich bezweifle übrigens sehr, ob man bei simultanen Versuchen über den kleinsten Gesichtswinkel überhaupt alle Fehlerquellen gänzlich wird ausschliessen können.

Es ist also nicht nur möglich, sondern vernünftiger Weise sogar zu erwarten, dass die Feinheit des Ortssinnes der Netzhaut eine grössere ist als wie sie sich bei wie immer gearteten Simultanversuchen herausstellt. Bei successiven Versuchen würden, wie man leicht ersieht, die oben erwähnten Mängel weniger oder gar nicht wirksam sein; die Zerstreungskreise an sich würden ja die Merklichkeit der Bildgrössenänderung nicht beeinträchtigen, da es durch die Succession der Bilder unmöglich gemacht wird, dass zwei Zerstreungskreise in einanderfliessen — und dasselbe gilt von den Irradiationskreisen¹. Somit ist es durchaus nicht unwahrscheinlich, dass bei successiven Versuchen unter günstigen Umständen ein Gesichtswinkel zur Unterscheidung zweier Punkte hinreichen kann, bei welchem der Simultanversuch noch kein Urtheil auf Zweiheit ergiebt.

¹ Auf Seite der Successiv-Versuche bliebe nur der Nachtheil zu verzeichnen, den die Unverlässlichkeit des Gedächtnisses mit sich bringt. Ihn abzuschätzen, dazu fehlt jedes Mittel; wohl aber besteht er gewiss nicht bei kontinuierlicher Verschiebung des Objectes und stetiger Fixation; und wahrscheinlich besteht er nicht bei abruptem Wechsel, sobald das zweite Object unmittelbar nach Verschwinden des ersten in's Gesichtsfeld tritt.

Auch auf folgenden Umstand habe ich seiner Zeit¹ bereits hingewiesen: bei Diskussion der Versuche über relative Entfernungsschätzung handelt es sich nicht um den kleinsten merklichen Gesichtswinkel sondern um die kleinste merkliche Gesichtswinkeldifferenz. Die Merkbarkeit einer solchen Gesichtswinkeldifferenz kann sich nun entweder in einer merkbaren Sehgrössensänderung bei konstanter Entfernung äussern oder in einer merkbaren Entfernungsänderung bei konstanter Sehgrösse und schliesslich kann sie ihre Wirkung nach diesen beiden Seiten hin sozusagen auftheilen, d. h. sie kann eine Grössen- und Entfernungsänderung zur Folge haben, Beides aber in geringerem Maasse als wenn einmal die Entfernung für sich allein, das andere Mal die Sehgrösse für sich allein beeinflusst worden wäre. Wir wissen nicht, welcher von diesen drei möglichen Fällen wirklich statthat. Also selbst in den Fällen, wo die Beobachter nichts über eine scheinbare Zu- oder Abnahme der Fadendicke berichteten, könnte ihr blosses Urtheil über Näher oder Ferner auf der Aenderung des Netzhautbildes begründet sein; ja wir müssen das in denjenigen Fällen sogar annehmen, wo zwar Versuche mit Fäden, nicht aber solche mit mathematischen Linien (bei sonst ganz gleichen Bedingungen) zu einer Erkenntniss des Tiefenunterschiedes führten². Nach all' dem kann ich nicht zugeben, dass man einen Einfluss der Bildgrösse auf die scheinbare Entfernung immer dort nicht für „objektiv“ begründet halten dürfe, wo die Gesichtswinkeldifferenzen kleiner sind als die WÜLFING'schen Werthe (nämlich 10"—12"). Hingegen muss ich daran festhalten, dass die Versuche mit (noch so feinen) Fäden immer zweideutige Resultate ergeben müssen, während Versuche mit mathematischen Linien auch von dem fernsten Verdachte des erwähnten Versuchsfehlers frei sind. ARNER's Versuchsordnung

¹ Vgl. meine Abhandlung S. 117.

² Gelegentlich giebt übrigens ARNER selbst zu, dass Veränderungen des Durchmessers „auch dort möglicher Weise von Einfluss sein konnten, wo es zu einer klaren und bewussten Wahrnehmung dieser Veränderung nicht kam“ (S. 302). So viel ich verstehe, meint hier ARNER diejenigen Fälle, in welchen Aenderungen des Durchmessers nicht als Aenderungen der Sehgrösse, sondern als solche der scheinbaren Entfernung aufgefasst wurden. Wenigstens habe ich es an der Stelle meiner Abhandlung, die ARNER hier citirt (nämlich S. 113 ff.) so gemeint.

scheint mir gegenüber der meinigen daher nur als ein Rückschritt.

VI. Ueber die Unverwendbarkeit binokularer Versuche.

Ich will nun auf eine andere, prinzipiell noch wichtigere Differenz zwischen meinen und ARBER'S Versuchsmethoden eingehen. Sie betrifft die Frage, ob man die Versuche über den Einfluss von Akkommodation und Konvergenz auf die Tiefenlokalisierung auch binokular anstellen dürfe oder ob sich nur monokulare Versuche dazu eignen. Durch Ueberlegungen, welche HERING schon vor langer Zeit angestellt hat¹, veranlasst, habe ich mich gegen die Zulässigkeit binokularer Versuche entschieden² — im Gegensatz zu ARBER. Ich will diese Ueberlegungen kurz in Erinnerung bringen. Gesetzt, ein binokular fixirter Punkt im leeren Gesichtsfeld (und bei Ausschluss aller empirischen Lokalisationsmotive) fange an sich dem Beobachter zu nähern und er thue dies (der Einfachheit wegen) median und in der primären Blickebene. Der Beobachter soll nicht wissen, wann die Bewegung beginnt und in welchem Sinne sie erfolgt. Dann wird sich Folgendes ereignen: der Punkt bildet sich sofort nachdem er seinen Platz verlassen hat auf Netzhautstellen von gekreuzter Disparation ab, und zwar ist diese Disparation erfahrungsgemäss viel früher wirksam als der Punkt das Gebiet der CZERMAK'schen Akkommodationslinie überschritten hat, also viel früher, als er durch Zerstreuungskreise seine Ortsänderung verräth. Es ist kein denkbarer Grund vorhanden, warum die Konvergenz sich vom ersten Moment der Bewegung an sogleich dem Sinne und dem Ausmaasse nach so ändern sollte, dass der Punkt sich immer auf den Stellen des deutlichsten Sehens abbildete und es daher nie zu einer Disparation käme. Die erste physiologische Bedingung also, die sich bei

¹ Vgl. *Beiträge zur Physiologie*, Heft V, S. 343 ff.

² Vgl. meine Abhandlung S. 104 ff.

diesem Versuche ändert, kann in gar nichts Anderem bestehen als darin, dass die beiden Halbbilder, die zu Beginn auf identische Netzhautstellen fielen, nunmehr auf Stellen von gekreuzter Disparation fallen. Dass diese letztere aber die Vorstellung geringerer Entfernung unmittelbar zur Folge hat, das ist eine der sichersten Erkenntnisse, die wir in der Theorie des räumlichen Sehens überhaupt besitzen. Man wende nicht ein, dass diese Thatsache nur aus solchen Beobachtungen gewonnen sei, in welchen die beiden Objekte, das fernere und nähere, gleichzeitig im Gesichtsfeld gegeben sind und dass daher schon ohne Blickbewegung die Vorstellung verschiedener Entfernung (vermöge der Disparation) ermöglicht werde. Ein solcher Einwand würde den wesentlichsten Umstand übersehen: bei der Annäherung nur eines Punktes nämlich hat ja der Beobachter erst dann einen Anlass seine Konvergenz zu ändern, wenn die beiden Halbbilder sich bereits merklich auf den beiden Netzhäuten verschoben haben; diese Merklichkeit äussert sich aber bekanntlich in nichts anderem als in der Zu- oder Abnahme der scheinbaren Entfernung. Somit ist der Beobachter des einen bewegten Punktes wesentlich in derselben Lage, wie derjenige, der einen ruhigen Punkt fixirt und dem während dieser Fixation ein zweiter (näherer oder fernerer) Punkt sichtbar gemacht wird, dessen Disparation gerade jenes Minimum erreicht, das zu einem stereoskopischen Effekt eben noch hinreicht.

Diese, wie bemerkt, schon von HERING angestellten Ueberlegungen waren es, die mich zur prinzipiellen Ausschliessung binokularer Versuche veranlasst haben.

Auf die ARBER'schen Binokularversuche sind indessen diese Ueberlegungen nicht ohne Weiteres anwendbar, und zwar aus folgendem Grunde: das Erkennen der kleinsten Entfernungsdifferenzen auf Grund der Disparation setzt, sobald man die Versuche successiv anstellt, voraus, dass in dem Augenblick, in welchem die objektive Entfernung um das merkliche Disparations-Minimum geändert wird, die der ersten Entfernung entsprechende Konvergenzstellung nicht geändert werden kann; nur in diesem Falle kann die successive Beobachtung denselben Vortheil aus der Disparation ziehen wie die simultane. Diese Voraussetzung ist aber nur garantirt, entweder wenn der Entfernungswechsel ein kontinuierlicher ist oder aber wenn bei abruptem Wechsel das erste Objekt so unmittelbar vom zweiten abgelöst wird,

dass man an eine während dieser Aenderung statthabende *Konvergenzschwankung* nicht denken kann — wie dies bei meinen Versuchen der Fall war. Bei den Versuchen aber, die *ARRER* mit seinem Fadenapparat angestellt hat, vergeht zwischen dem Verschwinden des ersten und dem Sichtbarwerden des zweiten Objektes so viel Zeit, als der Experimentator braucht, um den ersten Faden aus dem Gesichtsfeld fortzuschaffen und den zweiten einzustellen; und während dieser Manipulation hält der Beobachter die Augen geschlossen (S. 134). Nun steht es ausser jedem Zweifel, dass der Beobachter während dieses Intervalles die ursprüngliche Konvergenzstellung nicht genau bewahren kann; ja der Verschluss der Augen und somit der Mangel jedes optischen Anhaltspunktes bieten der Bewahrung des Konvergenzgrades noch besondere Schwierigkeiten. Mag nun ein solcher Beobachter auch immer zu dem Hilfsmittel einer in der Phantasie vorgestellten Hilfsfigur (siehe oben S. 91) greifen, um mittels derselben den ursprünglichen Konvergenzgrad wiederherzustellen, so wird ihm das schon wegen der Intervention des Gedächtnisses niemals genau gelingen. Bedenkt man nun den sehr geringen Werth, den ein objektiver Entfernungsunterschied zu haben braucht um eine für die Tiefenwahrnehmung bereits hinreichend wirksame Disparation zu ergeben, so wird sofort klar, dass bereits eine sehr kleine Konvergenzschwankung bzw. ein sehr geringer Fehler des Gedächtnisses hinreichen muss, um die Leistungsfähigkeit der Disparation abzuschwächen, sie ganz zu vernichten oder sie geradezu zu einer Fehlerquelle zu machen. Gesetzt z. B., der zweite Faden liege um das Disparationsminimum näher als der erste, so würde bei genauer Erhaltung des Konvergenzgrades ein richtiges Urtheil über die Lage des zweiten Fadens relativ zum ersten noch eben möglich sein. Nehmen wir nun an, die Konvergenz habe sich bis zum Erscheinen des zweiten Fadens gerade um jenes Distanzminimum vergrössert, so bildet sich der zweite Faden auf identischen Stellen ab; hat sich aber die Konvergenz noch stärker vergrössert, dann erscheint der zweite Faden in gleichnamiger Disparation und wird deshalb als ferner beurtheilt, obwohl er objektiv näher war. Analoge Ueberlegungen haben statt, wenn die Konvergenz sich während der Zwischenzeit verkleinert. Auf diese Weise wird es begreiflich, dass die Binokularversuche in der Weise, wie sie von *ARRER*'s Beobachtern angestellt waren, in ihren Re-

sultaten nur geringe Unterschiede gegenüber den monokularen Versuchen erkennen liessen (vgl. S. 149 ff.), weil eben der Hauptvorteil, den die binokulare Beobachtung gewähren könnte (nämlich vermöge der Disparation) durch die Unmöglichkeit einer strengen Bewahrung des Konvergenzgrades ganz oder theilweise paralysirt wurde, so dass sich die Situation der binokularen Beobachtung nicht mehr wesentlich von der der monokularen unterscheidet.

Diesen Erwägungen gemäss werden wir von Binokularversuchen, die unter den ARREER'schen Bedingungen angestellt werden, zweierlei zu erwarten haben: erstens, dass die sinnliche Anschaulichkeit, welche für das, durch Disparation erfolgende, Tiefensehen überhaupt charakteristisch ist, sich auch hier wieder vorfinde¹ und daher die Urtheile den Charakter des unmittelbar Sicherem und prompt Erfolgenden haben und sich dadurch von den unbestimmten, zögernden und schwankenden Urtheilen der monokularen Beobachtung unterscheiden; zweitens werden wir aber erwarten, dass in Folge der Unmöglichkeit den Konvergenzgrad genau zu bewahren diese, mit dem Gefühl der Sicherheit und Anschaulichkeit abgegebenen Urtheile häufig falsch sein können, so dass sie in Bezug auf Bestimmtheit einen beträchtlichen, in Bezug auf Richtigkeit einen geringen, oder vielleicht gar keinen Vorrang vor den monokularen Beobachtungen besitzen. Und gerade das ist es, was ARREER selbst über die Beziehung der binokularen zu den monokularen Versuchen angiebt. Hören wir seine eigenen Worte: „Der Hauptunterschied der Ergebnisse besteht ferner nicht, oder nicht hauptsächlich, in den feineren Unterschieds-

¹ ARREER anerkennt wiederholt — und zwar mit Recht — die „plastisch gänzlich verschiedenen Eindrücke“ der binokularen Beobachtung gegenüber der monokularen. (Vgl. z. B. S. 250.) Er hält mit Recht auch daran fest, dass dieser Unterschied unmittelbar im Sehakt selbst begründet sein müsse, spricht bei dieser Gelegenheit auch von dem Einfluss des „doppelten Halbbildes“, womit doch nur die Disparation gemeint sein kann. Aber die unmittelbare Konsequenz, dass eben diese Disparation Alles das zu leisten vermag, was man etwaigen Muskelempfindungen zuschreiben könnte, und dass daher binokulare Versuche gar keinen Schluss auf die lokalisatorischen Leistungen von Muskelempfindungen gestatten und somit von vornherein auszuschliessen sind, diese Konsequenz hat ARREER mit Unrecht zu ziehen versäumt.

strecken bei binokularem Sehen, sondern weit^{er} mehr in der Leichtigkeit, grösseren Sicherheit und Schnelligkeit, mit denen sie, im Gegensatz zu dem monokularen, erkannt wurden“ (S. 251).

Zusammenfassend lässt sich also sagen: *ARRER*'s Binokularversuche unterliegen den Einwänden, welche man gegen Binokularversuche überhaupt erheben muss, sofern dieselben die Frage sollen entscheiden helfen, welche Rolle die Muskelempfindungen bei der Tiefenlokalisierung spielen — sie unterliegen dem Einwand, dass sie ein notorisch äusserst feines Reagens (die Disparation) nicht ausschliessen. Und weiter: dass dieses letztgenannte Reagens speziell in *ARRER*'s Versuchen nicht denjenigen Grad von Leistungsfähigkeit aufweist, den wir sonst an ihm zu beobachten gewohnt sind, das beruht auf einer Besonderheit der *ARRER*'schen Versuchsmethode, welche für eine genaue Wiederherstellung des ursprünglichen Konvergenzgrades keine Gewähr bietet. Aus den angegebenen Gründen scheinen mir sämtliche Binokularversuche *ARRER*'s überflüssig.

VII. Die binokulare Lokalisation des „Kernpunktes“.

Bis jetzt war vorwiegend von Lokalisationsänderungen bzw. relativer Lokalisation die Rede. Es fragt sich nun, auf welche Weise wir einen Punkt für sich und ohne Beziehung zu einem andern lokalisieren. Man bezeichnet das vielfach als „absolute Lokalisation“ — ein terminus, der nicht frei von Missverständnissen ist, wie wir später sehen werden. Ich ziehe es vor von einer Lokalisation des „Kernpunktes“ (*HERING*) zu sprechen und verstehe unter „Kernpunkt“ den scheinbaren Ort, den der mit den beiden Netzhautcentren gesehene Punkt im Sehraum einnimmt und relativ zu welchem die Lokalisation aller anderen Punkte des Sehraumes erfolgt. Der Kernpunkt ist also ein scheinbarer (phänomenaler) Ort; begrifflich fällt er nicht zusammen mit dem wirklichen Ort, der durch den Schnittpunkt der Gesichtslinien gegeben ist;

dass die beiden Punkte auch thatsächlich sehr häufig nicht koincidiren, dafür giebt u. A. die allbekannte Beobachtung Zeugniß, dass das haploskopische Vereinigungsbild zweier, mit den Netzhautcentren gesehener Punkte oder Vertikallinien auch dann, wenn die Gesichtslinien parallel gerichtet sind, durchaus nicht unendlich fern erscheint, sondern (mit individueller Verschiedenheit natürlich) in einer Entfernung von wenigen Metern gesehen wird,¹ wobei aber, wie schon früher erwähnt, auch diese Lokalisation keine „bestimmte“ d. h. bei gegebenen peripheren Bedingungen unveränderliche ist.

Was nun die „absolute“ Lokalisation bei monokularer Beobachtung anlangt, so sind eigentlich alle Forscher, die darüber Versuche angestellt haben, einig, dass diese Lokalisation keine bestimmte sei.² Denkt man an die bekannte Verknüpfung der Konvergenz mit der Akkommodation, so würden diese Versuche für sich schon beweisen, dass uns ein bestimmter Zustand des Akkommodations- und des äusseren Bewegungsapparates zu keiner bestimmten Lokalisation veranlasst. Das würde für sich genommen noch nichts gegen die lokalisatorische Leistungsfähigkeit der Muskelempfindungen beweisen, weil man sagen könnte, dass nur Veränderungen nicht aber Zustände des Muskelapparates überhaupt psychisch wirksam sind.

Ueber die binokulare Lokalisation des fixirten Punktes selbst herrscht nicht die gleiche Einigkeit. Bei einäugiger Betrachtung kann man den Faden ebenso gut als schwarzen Strich auf dem weissen Hintergrund sehen wie anderswo, vorausgesetzt, dass seine Dicke nicht bekannt ist, dass er keine Details unterscheiden lässt und dass er nicht so nahe steht, dass das Akkommodiren mit einer lästigen Empfindung von Anstrengung verbunden ist. Ueber die Bestimmtheit der absoluten Lokalisation bei binokularer Beobachtung aber weichen die Angaben der einzelnen Forscher von einander ab. WUNDT hebt, wie auch ARBER wieder berichtet (S. 229), hervor, dass die Lokalisation unter diesen Umständen nicht nur unrichtig, sondern auch unbestimmt sei. Auch HELMHOLTZ hält das Gefühl der Konvergenz für „ziemlich unsicher

¹ Vgl. auch meine Abhandlung „Die Stabilität der Raumwerthe auf der Netzhaut“, *Zeitschr. f. Psychol.* Bd. V, S. 42.

² So auch WUNDT (*Beiträge* S. 107), dem ARBER (a. a. O. S. 135) beipflichtet.

und ungenau“ weshalb wir unter Umständen „ziemlich bedeutenden Täuschungen“ ausgesetzt seien.¹ Auch HERING steht auf Seite der unbestimmten Lokalisation, insoferne er (wie wir sehen werden) das eventuelle Vorhandensein einer bestimmten Erwartung, den Gegenstand nahe oder fern zu sehen, für ein die Lokalisation bestimmendes Moment hält, in einer Weise, auf die wir alsbald zu sprechen kommen. DONDERS vertritt zwar die Ansicht, dass die Konvergenzempfindungen nicht nur ein bestimmtes, sondern auch ein richtiges Entfernungsurtheil ermöglichen; doch sind, wie ARBER richtig bemerkt, seine Versuche nicht beweisend; und zudem berichtet DONDERS selbst, dass er bei den ersten Versuchen die Distanz gewöhnlich überschätzt und „einige Zeit“ gebraucht habe, „um völlig von allem dem zu abstrahiren, was die Vorstellung von einer grösseren Entfernung erregen könnte.“² Zu erwähnen ist noch, dass auch über die Richtigkeit der Lokalisation die Ansichten auseinandergehen; WUNDT unterschätzt die Entfernung, HELMHOLTZ überschätzt sie, DONDERS beurtheilt sie nach genügender Uebung „vollkommen genau“.

ARBER selbst steht zwar auf der Seite der Bestimmtheit der absoluten Lokalisation; auf das Zeugniß der inneren Erfahrung gestützt meint er annehmen zu dürfen, „dass die Entfernungsvorstellung eine von gleichen äusseren Bedingungen bestimmte und nicht von Fall zu Fall wechselnde“ sei (S. 232); er theilt auch einzelne Aeusserungen seiner Versuchspersonen mit, denen zu Folge es „sofort ersichtlich“ sei, dass der Faden zwischen dem Hintergrunde und dem Blickrohre „so zu sagen in der Luft schwebe“ (S. 223), und dass der Beobachter bei beliebig wiederholtem Hineinsehen in das Blickrohr die bestimmte Entfernung immer wieder erkannte (S. 224). Erinnern wir uns aber jener Hilfsmittel, welche ARBER's Beobachter anwendeten um eine Entfernungsvorstellung im Gedächtniss zu fixiren, Hilfsmittel, die in hinzugedachten (hineinphantasirten) geometrischen Figuren bestanden (vgl. oben S. 91), so wird man mit der Annahme kaum fehlgehen, dass für die Unveränderlichkeit der Entfernungsvorstellung jene Hilfsmittel alle in schon hinreichende Gewähr bieten

¹ *Physiol. Optik*, 2. Aufl., S. 795.

² GRAEFE'S *Archiv f. Ophthalm.*, Bd. XIII, S. 22.

und daher ein Lokalisiren mittels der Konvergenzempfindungen sich hier wenigstens als eine überflüssige Annahme erweist.

Wie schon oben erwähnt, müssten die Konvergenzempfindungen, falls sie uns beim binokularen Versuche zu einer bestimmten absoluten Lokalisation verhelfen sollten, dies nothwendiger Weise auch beim monokularen Versuche thun — wegen der bekannten Verknüpfung von Akkommodation und Konvergenz; sie thun es aber im letzteren Falle nicht und zwar nach dem übereinstimmenden Zeugnis Aller, die diese Frage untersucht haben und zu denen auch ARBER gehört. Die Konsequenz, scheint mir, liegt dann auf der Hand.

Indessen ist nicht zu verkennen, dass die absolute Lokalisation beim Binokularsehen entschieden weniger labil ist als bei monokularer Betrachtung. Das geht nicht nur aus dem geringeren Werth des variablen Fehlers hervor, es ergibt sich auch aus der Selbstbeobachtung innerhalb eines und desselben Versuches: wie immer nämlich die Ergebnisse mehrerer Versuche untereinander abweichen mögen (und sie thun das bei verschiedenen Forschern in verschiedenem Grade), die Selbstbeobachtung beim einzelnen Versuche zeigt unzweifelhaft, dass es nicht in dem Maasse in unserem Belieben liegt, wohin wir den Faden lokalisiren wollen, wie dies für den einäugigen Versuch gerade charakteristisch ist; bei binokularer Betrachtung hat vielmehr auch die absolute Lokalisation etwas Zwingenderes als bei monokularer.

Die Erklärung, die HERING von dem Vorgang der „absoluten“ Lokalisation mit zwei Augen gegeben hat, scheint mir den genannten Verhältnissen durchaus zu genügen. Ich will sie hier nochmals in Erinnerung bringen, ferner zeigen, wie sie auch der Thatsache der individuellen Verschiedenheit in der absoluten Lokalisation (WUNDT, HELMHOLTZ, DONDERS) mit Leichtigkeit gerecht werden kann, und sie schliesslich gegen die scheinbaren Einwände ARBER's und Anderer vertheidigen.

HERING denkt sich den Vorgang bei der „absoluten“ Lokalisation eines Objektes (z. B. eines Fadens) im sonst leeren Gesichtsfeld und bei Ausschluss aller empirischen Lokalisationsmotive folgendermaassen: der Beobachter tritt an den Versuch heran entweder a) mit parallelen Gesichtslinien, oder b) mit Gesichtslinien von einer bestimmten Konvergenz. Im Falle a) erscheint der Faden in gekreuzten Doppelbildern, welche ein ge-

wisses „Nahegefühl“ erwecken, und zwar wird eine Vorstellung von um so grösserer Nähe erweckt, je weiter die Doppelbilder von einander entfernt sind. Dieses „Nahegefühl“ hat unmittelbar eine Innervation von Seiten des motorischen Centrums im Sinne einer Mehrung der Konvergenz zur Folge. Die Doppelbilder rücken dadurch einander näher; solange sie aber überhaupt bestehen, besteht auch der physiologische Anreiz zur weiteren Konvergenzvermehrung, und das geht so lange fort, bis Doppelbilder und Disparation verschwinden und damit auch der Anreiz zur weiteren Mehrung der Konvergenz entfällt. Der Faden wird also im Falle a) näher erscheinen, als wenn er sich schon beim ersten Blick auf identischen Netzhautstellen abgebildet hätte.

Tritt man aber schon mit der Erwartung an den Versuch heran, es befinde sich das Objekt in der Nähe (Fall b), so wird man schon von vornherein die Augen in eine gewisse Konvergenz gebracht haben, die aber im Allgemeinen der thatsächlichen Entfernung des Fadens nicht entsprechen, sondern zu gross oder zu klein sein wird. Ersterenfalls erscheint der Faden in gleichnamigen Doppelbildern, welche eine Fernvorstellung hervorrufen und auf das motorische Centrum als Anreiz zur Verminderung der Konvergenz wirken; letzterenfalls erscheint der Faden in gekreuzten Doppelbildern, welche eine Nähenvorstellung hervorrufen und eine Innervation im Sinne einer Konvergenzvermehrung veranlassen.

Nach dieser Auslegung ist also die gewöhnlich als „absolut“ bezeichnete Lokalisation zurückgeführt auf die anderwärts wohlbekannten Erscheinungen der relativen Lokalisation mittels Doppelbilder bzw. mittels Disparation; nur erfolgt diese Lokalisation nicht relativ zu einem gesehenen, sondern relativ zu einem in der Phantasie vorgestellten Objekt, von dessen Vorstellung diejenige Konvergenz geleitet wird, mit der man an den Versuch herantritt; blos im Falle anfänglicher Parallelstellung braucht eine solche Ortsvorstellung nicht vorangegangen zu sein; denn um die Gesichtslinien parallel zu stellen, dazu bedarf es nicht der leitenden Vorstellung eines unendlich fernen Objektes, es genügt vielmehr, den Bewegungsapparat einfach gar nicht zu innerviren.

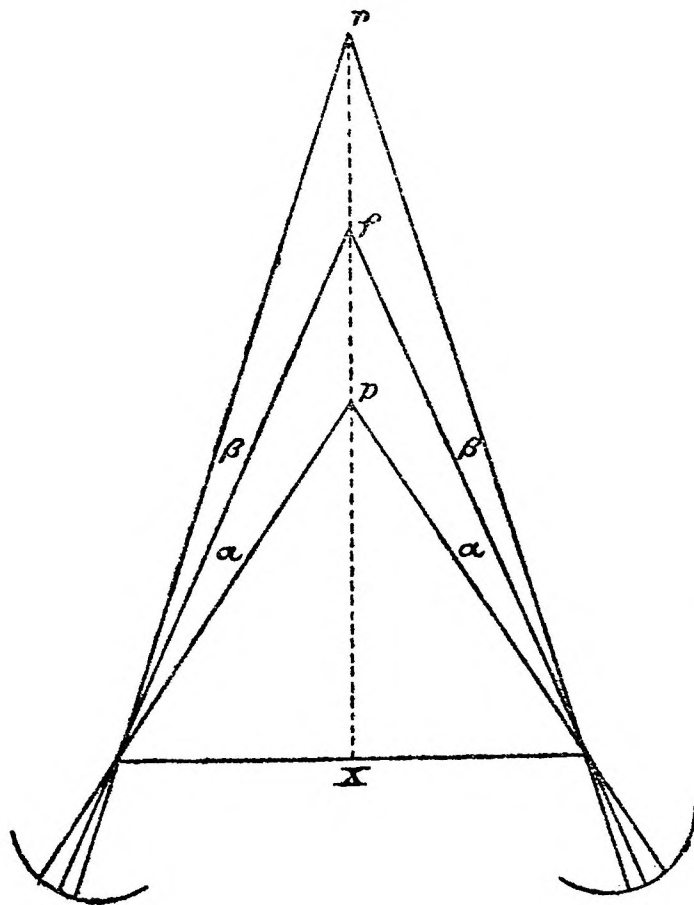
Die Parallelstellung zu Anfang des Versuches dürfte wohl der gewöhnlichere Fall sein; wenn man aber schon mit der Vermuthung eines nahen Objektes und daher mit konvergenter

Stellung an den Versuch herangeht, dann sehe ich gar nichts Bedenkliches in der Annahme HERING's, dass diese Konvergenz rein mechanisch von der Ortsvorstellung in der Phantasie veranlasst werde. Wenn Jemand ein Objekt fixirt und wenn nun ein zweites Objekt ins Gesichtsfeld tritt, welches z. B. in gekreuzter Disparation sich abbildet und daher sofort näher gesehen wird, so löst die blosse Absicht, nunmehr das zweite Objekt zu fixiren, eine entsprechende Konvergenzbewegung aus: nicht die Konvergenzvermehrung ist hier der Gegenstand des Willensaktes, sondern das Deutlichsehen ist es; das Streben nach direkter Fixation zusammen mit der Wahrnehmung, dass das zu fixirende Objekt näher (ferner) liegt, das sind die beiden psychischen Faktoren, welche die Konvergenzbewegung nach Richtung und Ausmaass bestimmen und so zu sagen reflektorisch auslösen; von einem direkt auf den Akt des Konvergirens gerichteten Willen kann in diesen Fällen nicht die Rede sein, wenngleich man der Bequemlichkeit wegen von einer „intendirten Konvergenz“ u. dergl. reden kann — eine Ausdrucksweise, die solange unschädlich ist, als es sich etwa blos darum handelt, den oben beschriebenen Vorgang solchen Fällen gegenüberzustellen, in denen sich die Konvergenz ohne jedes (auch indirekte) Zuthun des Willens ändert. — Wenn nun ein als näher oder ferner gesehener Ort ohne Zweifel eine entsprechende Konvergenzänderung rein mechanisch auslösen kann, so sehe ich gar nichts Befremdliches in der Annahme, dass auch ein blos in der Phantasie vorgestellter Ort eine solche Aenderung zur Folge hat, gerade so wie die mit dem blossen Anblick einer Speise in der Phantasie associirte Geschmacksqualität den Hungrigen zu erhöhter Absonderung des Parotidensekretes zu veranlassen im Stande ist. Wer sich darauf einübt, im Dunklen oder bei geschlossenen Augen willkürlich zu konvergiren, wird bemerken, dass er dies — wenigstens anfänglich — nur mit Hilfe eines in der Phantasie vorgestellten Ortes zu Wege bringt, so z. B. bei extremer Konvergenz durch die Vorstellung der eigenen Nasenspitze.

Man könnte gegen HERING's Auffassung folgendes Bedenken erheben: tritt man mit parallelen Gesichtslinien an den Versuch, so erzeugen die Doppelbilder eine Nähenvorstellung, die quantitativ durch die grössere oder kleinere Distanz der Doppelbilder bestimmt ist, man lokalisirt gewissermaassen relativ zu einem

unendlich fernen Objekt; waren aber die Gesichtslinien anfänglich schon konvergent, konvergirten sie z. B. stärker als es der Lage des Objektes entspricht, so erwecken die Doppelbilder eine Fernvorstellung, die quantitativ auch wieder durch ihre Distanz bestimmt wird, man lokalisiert also relativ zu demjenigen, in der Phantasie vorgestellten Ort, von dessen Vorstellung eben die ursprüngliche Konvergenzstellung geleitet war. Sollte man da — so würde der Einwand lauten — nicht glauben, dass die Lokalisation in beiden Fällen genau dieselbe sein müsse? Wenn wirklich die Doppelbilder das Lokalisationsmotiv sind, dann muss es zu dem nämlichen absoluten Resultate führen, ob ich relativ zu einem als fern, oder relativ zu einem als nahe vorgestellten Ort lokalisiere; denn der Variabilität des willkürlichen Ausgangspunktes steht ja die Distanz der Doppelbilder und der Sinn derselben (gekreuzt bzw. ungekreuzt) kompensierend gegenüber. Aus HERING's Auffassung würde also gerade das nicht folgen, was dieser Forscher aus ihr folgert, nämlich die Variabilität der absoluten binokularen Tiefenlokalisierung.

Dieser Einwand lässt sich von zwei Seiten her widerlegen. Erstens: Nehmen wir an, der Beobachter gehe an den Versuch mit der Nähenvorstellung $x p$ (vgl. die Figur) und seine Gesichts-



linien schnitten sich wirklich (genau entsprechend dieser Nähenvorstellung) in p , dann wird der Faden f in gleichnamige Doppel-

bilder zerfallen, deren Distanz durch die beiden Winkel α bestimmt ist; von der Grösse dieser Winkel hängt es ab, wie weit f hinter den abgebildeten Ort p lokalisiert wird. Nehmen wir nun an, der Beobachter ginge ein anderes Mal mit der Entfernungsvorstellung xr an den Versuch und dieser abgebildete Ort r liege um ebensoviel hinter f als früher p vor f gelegen war ($rf = pf$); dann wird die Distanz der Doppelbilder und somit die relative Nähenvorstellung von f bestimmt sein durch die Grösse der Winkel β . Nun sieht man ohne Weiteres, dass

$$\alpha > \beta$$

Also wird der Faden im zweiten Falle nicht um so vieles vor r lokalisiert werden als er im ersten hinter p lokalisiert wurde. Somit ist es für die Lokalisation von f nicht gleichgültig, ob man mit einer Nähen- oder Fernvorstellung an den Versuch herantritt.¹

Zweitens: wir haben bisher angenommen, dass die Konvergenz, welche durch einen in der Phantasie vorgestellten Ort angeregt wird, mit dieser Ortsvorstellung genau harmonire. Schon unter dieser Voraussetzung erwies sich der obige Einwand gegen HERING'S Auffassung von der „absoluten“ Lokalisation als unhaltbar. In erhöhtem Maasse wird dies der Fall sein, wenn wir bedenken, dass jene Voraussetzung thatsächlich gar nicht zutrifft. Die Annahme, dass der Beobachter, von einer in der Phantasie bestehenden Ortsvorstellung geleitet, schon mit einer bestimmten Konvergenz an den Versuch herantrete, besagt ja noch lange nicht, dass jener anfängliche Konvergenzgrad dieser in der Phantasie bestehenden Ortsvorstellung genau entsprechen müsse. Wir sind trotz aller etwa bestehenden Uebung nicht im Stande bei Ausschluss der optischen Kontrolle (also

¹ Die obige Erwägung zeigt, dass und warum unsere Tiefenwahrnehmung, soweit sie auf Disparation und Doppelbilder beruht, eine Grenze haben muss. Vgl. dazu HELMHOLTZ, *Physiol. Opt.*, 2. Aufl., S. 791. Das Gesetz, welches den Werth dieser Grenzdistanz als Funktion erstens der Basallinie und zweitens des geringsten monokular wahrnehmbaren Unterschiedes zweier Orte darstellt, hat kürzlich FR. WÄCHTER („Ueber die Grenzen des telestereoskopischen Sehens“, *Sitzungsber. d. Wiener Akademie, mathem.-naturw. Classe*, 1896, Bd. CV, S. 856 ff.); ausfindig gemacht. Näheres über diese, für die Theorie der Tiefenwahrnehmung bedeutungsvolle Abhandlung findet der Leser in meiner Anzeige derselben im vorliegenden Bande *dieser Zeitschrift* (unten S. 155).

etwa im Dunkelzimmer) unsere Gesichtslinien in Konvergenzstellungen zu bringen, die bestimmten vorgestellten Entfernungen genau entsprechen; wir können im Dunkelzimmer nicht ad libitum auf 30, 40, 50 cm Entfernung konvergieren, wenn wir uns diese Entfernungen auch vorstellen können. Hierher gehört auch die Thatsache, dass man nach dem Verschwinden des Fixationsobjektes gar nicht im Stande ist die Konvergenz auch nur für kurze Zeit festzuhalten, eine Thatsache von der ich nicht recht weiss, wie sich die Anhänger der Muskelempfindungstheorie mit ihr abfinden werden. Man fixire die median in beliebiger Entfernung vorgehaltene Bleistiftspitze binokular, verdecke nun die beiden Augen für $\frac{1}{2}$ bis 1 Sekunde mit der Hand, bezw. schiebe ein Papierblatt zwischen Augen und Bleistift und bemühe sich während dieser kurzen Dunkel-Pause die anfängliche Konvergenz zu erhalten; man wird sich von dem Misslingen leicht überzeugen durch die Doppelbilder, in welche der Bleistift zerfällt, sobald man die deckende Hand oder das deckende Papierblatt wieder entfernt. Man sieht aus alledem, dass die Leitung der Konvergenz durch eine in der Phantasie bestehende Ortsvorstellung nur eine ganz ungenaue und so zu sagen beiläufige ist.

Die Anwendung dieser Erfahrung auf die erwähnte Objection ist klar. Wenn der Beobachter an den Versuch mit einer Nähenvorstellung herantritt, seine anfängliche Konvergenz aber dieser Nähenvorstellung nicht genau entspricht, dann ist die Distanz der Doppelbilder, in welche der gesehene Faden zerfällt, grösser oder kleiner als sie es sein würde, wenn die Konvergenz dieser anfänglichen Nähenvorstellung genau entsprochen hätte; mithin muss auch die Lokalisation des Fadens relativ zu dem in der Phantasie vorgestellten Ort zu weit oder zu nahe ausfallen, sie kann also nicht harmoniren mit derjenigen Lokalisation, die sich ergeben würde, wenn der Beobachter mit parallelen Gesichtslinien an den Versuch herangetreten wäre.

Hieraus ergiebt sich nun auch der Grund, warum die absolute binokulare Tiefenlokalisierung so bedeutenden individuellen Verschiedenheiten unterliegt. Erstens nämlich muss es, wie schon HERING hervorgehoben hat, einen Unterschied machen, ob der Beobachter ohne Innervation des äusseren Muskelapparates an den Versuch geht oder ob er durch eine Nähenvorstellung schon von vornherein zu einer gewissen Konvergenz veranlasst

wird. Zweitens wird es individuellen Eigenthümlichkeiten unterliegen, inwieweit und in welchem Sinne die anfängliche Konvergenz von dieser Nähenvorstellung abweicht. Es ist mir wahrscheinlich, dass die Gewohnheit des Einzelnen beim Lesen und Schreiben das Buch oder Papierblatt in einer gewissen Entfernung zu halten und überhaupt bei der Betrachtung eines Gegenstandes eine gewisse Distanz zu bevorzugen (Dinge, die wieder von den individuellen Eigenthümlichkeiten der Refraktion und Akkommodation abhängen) auf jene ursprüngliche Konvergenz bestimmend wirkt. Aus derartigen individuellen Gewohnheiten erklärt es sich ganz leicht, dass der eine Forscher die absolute Entfernung stets unterschätzt (WUNDT), während sie der andere überschätzt (HELMHOLTZ) und sie ein dritter ungefähr richtig beurtheilt (DONDERS); es erklärt sich daraus aber auch die Thatsache, dass die Richtung des Fehlers innerhalb der verschiedenen Urtheile eines und desselben Beobachters eine gewisse Konstanz zeigt, so dass der einzelne Beobachter die Entfernung nicht das eine Mal zu gross das andere Mal zu klein taxirt, sondern stets zu gross oder stets zu klein.

Ich gehe nun zu den Einwänden über, welche ARBER gegen HERING'S Auffassung von der „absoluten“ Lokalisation mit zwei Augen erhoben hat.

ARBER sagt S. 234: „Zunächst ist es das von HANSEN GRUT sogen. „Nahebewusstsein“, was die Entfernungsvorstellung bestimmt, und sodann das Netzhautbild als Mittel zur relativen Entfernungsschätzung. Sollte aber der Beobachter von allem dem nichts bemerken? Die Aussagen aus der inneren Wahrnehmung meiner Beobachter enthalten nichts dergleichen; ohne aber diese zu berücksichtigen, dürfte in der Psychologie eine Erklärung irgend eines Vorganges nicht zulässig sein.“

Darauf antworte ich mit folgender Gegenfrage: angenommen, der Vorgang der „absoluten“ Lokalisation spiele sich wirklich so ab, wie HERING ihn beschreibt, welche Phasen dieses Vorganges sind es denn, über die wir eine Nachricht aus der inneren Wahrnehmung erwarten müssen, ohne (wie ARBER meint) eine solche zu erhalten? Der Beobachter geht a) mit parallelen Gesichtslinien an den Versuch. Zur Parallelstellung ist, wie oben erwähnt, keine Fernvorstellung erforderlich, es ist dazu aber auch keine Innervation und daher auch keine Absicht nöthig, da die Parallelstellung durch das natürliche Muskel-

gleichgewicht besorgt wird. Die innere Wahrnehmung kann uns also über diese erste Phase schon ex hypothesi nichts berichten. Gehen wir zur zweiten Phase: durch die gekreuzten Doppelbilder entsteht irgend eine Nähenvorstellung. Dass überhaupt irgend eine Nähenvorstellung entsteht, das sagt uns wirklich die innere Wahrnehmung; denn dass der Gegenstand in irgend einer Entfernung gesehen wird, das behaupten ja auch die Anhänger der Muskelempfindungstheorie. Dass diese Entfernungsvorstellung aber auf Grund der Doppelbilder erfolgt (wie HERING meint), darüber kann uns ja die innere Wahrnehmung gar nichts berichten, liegt doch die physiologische Ursache eines psychischen Phaenomens der Natur der Sache nach außerhalb des Bereiches der inneren Wahrnehmung. Die Menschheit hat lange gewusst, dass sie Objekte näher oder ferner sieht, ehe die Physiologen die Wirksamkeit der Disparation und der Doppelbilder erkannt haben. Gehen wir zu HERINGS dritter Phase: die so entstandene Nähenvorstellung regt das Bewegungszentrum automatisch zur Vermehrung der Konvergenz an. Wenn HERING Recht hat, diesen Vorgang als automatischen anzusehen, dann kann er ja gar nicht Gegenstand der inneren Wahrnehmung sein. Angenommen b) der Beobachter vermute einen nahen Gegenstand und gehe daher mit einer, durch eine bestimmte Nähenvorstellung veranlassten Konvergenz an den Versuch. Diesfalls zeigt die innere Wahrnehmung das Vorhandensein einer solchen Vermutung und damit auch — da ja eine Vermutung sich auf etwas richten muss — eine bestimmte Entfernungsvorstellung in der Phantasie. Mehr kann man aber gerade vom Standpunkt der HERING'schen Auffassung der inneren Wahrnehmung nicht zumuthen; denn dass diese antizipirte Nähenvorstellung sogleich auch eine gewisse Konvergenz auslöst, das geschieht ja gerade nach der Anschauung HERING's auf rein mechanischem Wege, kann also nicht ins Gebiet der inneren Wahrnehmung fallen. Der weitere Verlauf des Falles b ist analog dem Falle a, weshalb die obigen Erwägungen hier mutatis mutandis zu wiederholen sind. — Zusammenfassend müssen wir sagen: in dem Vorgang der „absoluten“ Lokalisation, wie ihn HERING beschreibt, findet sich kein Stadium, in Betreff dessen wir eine berechtigter Weise zu erwartende Nachricht aus der inneren Wahrnehmung vermissen würden. ARBER's Meinung aber, dass ohne Berücksichtigung der inneren Wahrnehmung in der

Psychologie keine Erklärung zulässig sei, ist — in dieser Allgemeinheit ausgesprochen — gänzlich verfehlt, da doch die zur „Erklärung“ psychischer Vorgänge hundertfach herangezogenen rein physiologischen Antecedentien eben um dieses ihres Charakters willen von der inneren Wahrnehmung ausgeschlossen sein müssen.

Für bei Weitem besser durchdacht halte ich das zweite Argument, welches ARBER gegen HERING's Auffassung von der „absoluten“ Lokalisation ins Feld führt. Es hat folgenden Wortlaut:

„Es erhebt sich ferner ganz allgemein ein Einwand gegen diese Theorie, dem gegenüber sie um eine Antwort verlegen sein dürfte, nämlich: wodurch ist die Entfernungsvorstellung, die die Sehachsen zur Konvergenz bringt, von allem Anfang her bedingt? Es ist leicht einzusehen, dass das sogen. Nahebewusstsein nicht nur ein hochentwickeltes Raumbewusstsein voraussetzt, sondern auch im Allgemeinen eine Kenntniss der Oertlichkeit, in der man sich befindet. Wo diese beiden Bedingungen nicht zutreffen — und man braucht da nicht weit in die Kindheit zurückzugehen, der Fall ist durch künstliche Hülfe, was die Ausscheidung der Ortskenntniss anlangt, auch bei Erwachsenen möglich — so dürfte man vergeblich nach der obigen Theorie fragen: durch was wird hier die absolute Entfernungsvorstellung und die durch sie hervorgerufene Konvergenzeinstellung bedingt? Man kann hier nicht antworten: durch erfahrungsmässige Motive, die im schlimmsten Falle durch willkürlich falsche Augenstellungen selbst hervorgerufen werden, denn ihre Interpretation setzt ja die Tiefenwahrnehmung bereits voraus“ (S. 234—35).

In der That: wer (wie HERING) die primäre Quelle jeder Tiefenwahrnehmung in der Disparation bzw. in den Doppelbildern gegeben sieht und wer zugiebt, dass Disparation und Doppelbilder uns nur zu einer Lokalisation relativ zum Kernpunkt verhelfen, der darf — so scheint es — die Lokalisation des Kernpunktes selbst nicht wiederum von dem Momente der Disparation bzw. der Doppelbilder abhängig machen, ohne sich im Kreise zu drehen. Setzen wir eine vollentwickelte Tiefenwahrnehmung schon als gegeben voraus, dann macht es allerdings keine Schwierigkeit mit HERING zu sagen: in jedem neuen Falle vollzieht sich die Lokalisation des Kernpunktes selbst als eine bloß relative, relativ nämlich zu einem vorgestellten Ort, der seiner-

seits die ursprüngliche Konvergenzstellung beherrscht und daher das zu fixierende Objekt anfänglich in gekreuzten oder gleichnamigen Doppelbildern und daher (wenn wir uns genau ausdrücken wollen) nicht nahe oder fern, sondern näher oder ferner erscheinen lässt — wobei diese Komparative eben ausdrücken sollen, dass auch die sogen. „absolute“ Lokalisation des Kernpunktes nach HERING nur eine relative sein kann. Es hat, sage ich, keine Schwierigkeit sich die Sache so vorzustellen — aber immer unter der Voraussetzung, dass ein vollentwickeltes System von Tiefenvorstellungen bereits gegeben sei; sonst wüsste man ja nicht, woher Einer jene Entfernungsvorstellung nehmen soll, mit der er an den neuen Fall herantritt und durch welche seine anfängliche Konvergenz bestimmt wird. Man wird aber — und diesen Standpunkt scheint mir ARBER mit Recht einzunehmen — sofort fragen: wie ging es denn zu, als ein solches fertiges System von Tiefenvorstellungen noch nicht da war? Wie wurde denn damals lokalisiert, als das Doppelauge zum ersten Male auf ein reelles Objekt konvergierte? Konnte es damals zu einer Lokalisation des Kernpunktes in der von HERING angegebenen Weise kommen, da doch von früher her noch gar keine Tiefenvorstellung da sein konnte, relativ zu welcher man den Kernpunkt lokalisierte? In diesem Stadium, wo man auf frühere Raumvorstellungen ex hypothesi noch nicht rekurrieren kann, bliebe nichts übrig als die übrigen Objekte relativ zum Kernpunkt lokalisiert zu denken und — den Kernpunkt relativ zu den übrigen Objekten: das punctum fixum würde dann gänzlich fehlen, man würde (scheint es) bei jeder versuchten Ausflucht zu anderen und womöglich noch grösseren Absurditäten kommen, so etwa — um jener höchst bedenklichen Wechselseitigkeit in der relativen Lokalisation zu entgehen — zu der Annahme, dass der fixierte Punkt gar nicht lokalisiert sei, alle anderen aber relativ zu ihm lokalisiert würden.

Ich erwähne dieser letzteren Annahme (die ich mir ohne Weiteres als absurd zu bezeichnen erlaube), weil man gelegentlich Psychologen, Physiologen oder Physiker findet, die, von der ganz verschwommenen Vorstellung einer „allgemeinen Relativität“ geleitet, wirklich nicht übel Lust haben, den ganzen scheinbaren Raum als einen Inbegriff von Relationen aufzufassen, die zwischen raumlosen d. h. unlokalisierten Elementen bestehen, wie wenn ein Ton lauter sein könnte als ein anderer, während

keiner von ihnen eine Intensität besitzt, oder ein Mensch hungriger als eine anderer, während keiner von Beiden Hunger hat.¹

Die Schwierigkeit, welche der Auffassung HERING's dadurch anzuhaften scheint, dass dieselbe konsequent zur Annahme einer wechselseitigen Relativität der Tiefenlokalisierung führt, ist denn auch längst gefühlt und betont worden. Im Jahre 1873 hat ihr STUMPF² in folgender Weise Ausdruck verliehen: „Hingegen muss vom nativistischen Standpunkt aus, so wie er bisher sich als nothwendig erwies, ein anderes Bedenken gegen HERING's Positionen erhoben werden. Wir finden hier nur die Tiefenrelationen der einzelnen wahrgenommenen Punkte unter sich berücksichtigt. Die Tiefengefühle, welche von den seitlichen Netzhautpunkten ausgelöst werden, bedeuten nur die Erhebung der gesehenen Punkte über den Nullpunkt. Die Netzhautmitten haben das Tiefengefühl 0, d. h. keines. In Folge dessen schwebt die ganze Kernfläche sozusagen in der Luft, sie hat gar keinen Ort. Denken wir uns, die Netzhäute beständen nur aus den Centralgruben, so würde nach HERING Tiefe und dritte Dimension nicht empfunden. Diese Tiefe 0 ist bedenklich etc. etc.“ Und etwas später: „Für diesen Tiefenwerth des Kernpunktes und damit für die absoluten Entfernungen überhaupt fehlt es nun, da sie nicht anerkannt werden, in HERING's Theorie natürlich auch an physischen Bedingungen etc.“

Ich habe Erwägungen dieser Art, wie ich gestehen muss, lange Zeit hindurch für schlagend und unwiderlegbar gehalten; hier schien mir, ebenso wie STUMPF und jüngst wieder ARBER, der wunde Punkt in HERING's Theorie zu liegen. Diejenigen, welche Ortsvorstellungen aus Muskelempfindungen entstehen lassen, schienen mir wenigstens darin im entschiedenen Vortheil, dass sie zur Lokalisation des Kernpunktes nicht die nämlichen Momente (Disparation und Doppelbilder) heranziehen mussten, von welchen die Lokalisation relativ zum Kernpunkt bedingt ist, dass sie also das punctum fixum gewissermaassen aus

¹ Die ehemals sehr beliebte Definition des Raumes als des „Nebeneinanders der Dinge“, der Zeit als des „Nacheinanders der Dinge“ ist als Worterklärung einwandfrei, als Begriffsanalyse aber ein unverzeihliches Hysteron-Proteron.

² „Ueber den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung“, Leipzig 1873, S. 195—96.

einer anderen Quelle bezogen. Bedenklich war mir nur immer die Produktion von Tiefenvorstellungen durch solche Empfindungen, die, wie die Muskelempfindungen, doch unleugbar *blös intensiv* abgestuft sind. Denn auch an ein Assoziiren von eigentlich optischen Tiefenvorstellungen an die verschiedenen Empfindungen von Muskelspannung ist nicht zu denken, weil jene, aus der Disparation stammenden Tiefenvorstellungen ihrer Natur nach *relative* sind (ausgedrückt durch die Worte „näher, ferner als der Kernpunkt) und daher, wenn sie selbst an Muskelempfindungen assoziiert würden, immer wieder ein neues *punctum fixum* verlangen würden, auf welches der so assoziierte *relative* Ort bezogen werden müsste.

In dieser Verlegenheit habe ich den obigen Einwand gegen HERING'S Theorie auf's Neue geprüft und ihn, so plausibel er mir früher erschienen war, bei genauerem Zusehen als gänzlich verfehlt erkannt, verfehlt wegen falscher Fragestellung. Ich hoffe einen einwandfreien Beweis liefern zu können, dass HERING'S Auffassung der „absoluten“ binokularen Tiefenlokalisation von jeder logischen Inkonvenienz frei ist, indem ich zeigen zu können glaube, dass man die Lokalisation des Kernpunktes auf dieselben Motive (Disparation und Doppelbilder) zurückführen kann, auf welche auch die Lokalisation relativ zum Kernpunkt zurückgeführt wird — ohne sich eines Zirkelschlusses schuldig zu machen.

Setzen wir also voraus, ein normales Doppelauge konvergiere in einem mit den verschiedensten Objekten erfüllten Raum auf den median gelegenen Punkt *a*; nehmen wir weiter an, dies sei der erste binokulare Sehakt dieses Doppelauges, bzw. wenn es nicht der erste ist, abstrahiren wir künstlich von allen lokalisatorischen Erwerbungen, die etwa auf frühere binokulare Sehakte zurückzuführen wären. Nehmen wir schliesslich als zugestanden an, dass wenigstens *relative* Lokalisationen, d. h. hier Lokalisationen relativ zum fixirten Punkte, schon in diesem Anfangsstadium zu Stande kommen können durch die Wirksamkeit der Disparation und der Doppelbilder. Es sollen *b, c, d, e, f n* Punkte des wirklichen Raumes sein, die der Reihe nach immer näher und näher dem Beobachter liegen. Ob dieselben in der Medianebene liegen oder nicht, ist hier gleichgiltig; sofern sie es nicht thun, kommt es uns ja hier nur auf die Tiefenkomponente ihres Raumdatums an. Die aller-

nächsten Objekte werden hier natürlich unter den sichtbaren Theilen des eigenen Körpers zu suchen sein. Von den Punkten $b, c, d, e, f \dots n$ wird jeder folgende in grösserer Disparation bezw. in weiter von einander abstehenden (natürlich stets gekreuzten) Doppelbildern erscheinen als der vorhergehende: durch dieses Mehr oder Minder an Disparation (bezw. Halbbilderdistanz) ist die relative Tiefenlage jedes Einzelnen von den Punkten b bis n zu jedem anderen Punkte dieser Reihe bestimmt (wobei ich von dem fixirten Punkte a absichtlich noch nicht spreche). Am allerstärksten wird die Distanz der Doppelbilder natürlich für Theile des eigenen Körpers sein, soweit derselbe dem ruhenden Doppelauge sichtbar ist, z. B. bei etwas gesenkter Blickebene für die Détails unserer Kleidung in der Bauchgegend, bei stärker gesenkter Blickebene für die Détails unserer unteren Extremitäten, in jeder Stellung aber für den sichtbaren Theil der Nase. Es ist ferner offenbar logisch gleichbedeutend, ob ich sage: n (und dieses n soll jetzt einen sichtbaren Punkt des eigenen Körpers bedeuten) hat einen Nahwerth gegenüber g (wo g irgend einen Aussenpunkt in der obigen Reihe $a \dots n$ bedeutet), oder ob ich sage: g hat einen Fernwerth gegenüber n . Dasselbe wird gelten für f relativ zu g , e relativ zu f u. s. w. Es wird aber auch gelten für a (dem fixirten Punkt) relativ zu b ; auch hier werden wir die Sätze „ b hat einen Nahwerth relativ zu a “ und „ a hat einen Fernwerth relativ zu b “ als äquivalent ansehen müssen. In der That: wenn wir das Dasein einer gekr. Disparation von b für die physiologische Ursache des Nahwerthes der Empfindung b relativ zu a ansehen, was hindert uns, die Relation umkehrend, zu sagen: das Fehlen der Disparation für a ist die Ursache des Fernwerthes der Empfindung a relativ zu b ? Und statt b könnte man ebensogut $c, d \dots$ und schliesslich n setzen, welches eine sichtbare Stelle des eigenen Körpers bezeichnet. Es wird sich nur mehr fragen, welche von den beiden Darstellungen die sachgemässe ist, ob diejenige, derzufolge der eigene Körper relativ zum fixirten Punkt lokalisiert wird, oder die umgekehrte, derzufolge der fixirte Punkt relativ zum eigenen Körper lokalisiert wird. Nun steht es ausser Frage, dass die zweite Darstellung die sachlich zutreffende ist. Denn wenn ich von einer „absoluten“ Lokalisation des Kernpunktes spreche, so meine ich damit nicht eine Lokalisation, die sich auf den wirklichen

Raum bezieht, sondern auf den Sehraum. Wenn ich sage, diese „absolute“ Lokalisation sei eine bestimmte, so meine ich damit nicht, dass die Lokalisation des Kernpunktes übereinstimmen oder wenigstens in eindeutiger Beziehung stehen müsse mit dem realen Ort im Aussenraum, in welchem sich die Gesichtslinien schneiden. Es fällt ja Niemandem ein, zu verlangen, dass ein median gelegener Ort von 1 m Abstand dem Beobachter anders erscheinen müsse, wenn sich der letztere an verschiedenen Orten der Erdoberfläche befindet. Sobald dies zugegeben wird, ist auch weiter zugegeben, dass die „absolute“ Lokalisation des Kernpunktes in Wahrheit gar keine absolute ist, sondern offenbar eine Lokalisation relativ zum eigenen Körper. Daraus folgt wieder sofort, dass es eine Verkehrung des wahren Sachverhaltes ist¹, wenn ich sage: der eigene Körper (soweit sichtbar) werde relativ zum Kernpunkt lokalisiert und das „Um wie viel näher?“ hänge von der Distanz der Halbbilder ab; man sollte vielmehr sagen: der Kernpunkt wird relativ zum eigenen Körper in die Ferne lokalisiert und das „Wie weit in die Ferne?“ hängt ab von der Differenz der Doppelbilddistanzen, wobei die Doppelbilddistanz für den Kernpunkt natürlich = 0 ist. Diese letztere Ausdrucksweise erscheint mir aus dem Grunde als die korrektere, weil sie die Tiefenbeziehung des Kernpunktes zum eigenen Körper als blossen Spezialfall des allgemeineren Satzes darstellt, dass der Tiefenunterschied zweier beliebiger Punkte immer von der Differenz der Doppelbilddistanzen abhängt; ist der eine der beiden Punkte zufällig der Kernpunkt, so nimmt seine Doppelbilddistanz den speziellen Werth Null an. Für die jenseits des Kernpunktes gelegenen Punkte müssen wir dann der Doppelbilddistanz das entgegengesetzte Vorzeichen geben.

Man wende nicht ein: wie kann der eigene Körper (soweit er sichtbar ist) zum fixen Ausgangspunkt der Tiefenlokalisierung gemacht werden, da seine Halbbilder doch bald weiter, bald weniger weit voneinander entfernt sind, je nachdem man eben auf einen ferneren oder näheren Punkt konvergirt? Man darf diesen Einwand nicht erheben, weil es ja nicht auf die absolute Grösse der Doppelbilddistanz der eigenen Körpertheile ankommt, sondern

¹ Allerdings eine, die im Interesse der physiologischen Darstellung liegt, wie wir bald sehen werden.

nur auf die Differenz, die zwischen dieser Doppelbilddistanz und irgend einer anderen besteht, wobei diese andere für den Fall des fixirten Punktes den speziellen Werth 0 annimmt.

Aus dieser Darstellung geht hervor, dass es nicht nothwendig ist für die Lokalisation des Kernpunktes irgend andere physiologische Motive in Anspruch zu nehmen als für alle andern, ausserhalb der Kernfläche gelegenen Punkte; man reicht mit dem Momente der Disparation (bezw. der Doppelbilder) aus, hat also nicht nöthig für die Lokalisation des Kernpunktes die hypothetischen Muskelempfindungen heranzuziehen. Ja noch mehr: wenn die Lokalisation jedes Punktes nur von der Differenz abhängt, die zwischen der Distanz seiner beiden Halbbilder und der Distanz der Halbbilder sichtbarer Theile des eigenen Körpers besteht, so ist es ja von vornherein höchst unwahrscheinlich, dass für den einzigen Spezialfall, in welchem die Doppelbilddistanz = 0 wird, mit einem Male die Muskelempfindungen das maassgebende Moment sein sollten — was ja ein krasses Durchbrechen des Kontinuitätsprinzipes bedeuten würde.

Eine empirische Verifikation der eben dargelegten Auffassung muss Jeder erkennen, der darauf geachtet hat, wie verschieden die Situationen sind, wenn man ein Mal durch Röhren, Okulardiaphragmen, Spalte u. dergl. sich den Anblick eigener Körpertheile entzieht, ein anderes Mal aber keine solchen anormalen Umstände einführt. Die Fehler, welche HELMHOLTZ und WUNDT bei der Taxirung der Entfernung oder beim Stossen nach dem Fixationsobjekt gemacht haben, beweisen zwar nichts gegen die Bestimmtheit der Lokalisation des Kernpunktes; aber die Unrichtigkeit dieser Lokalisation muss doch in den besonderen Versuchsumständen ihren Grund haben, da wir unter normalen Verhältnissen auch bei Mangel aller sekundären Lokalisationsmotive einen Gegenstand sehr wohl mit Finger oder Stift zu treffen verstehen. Die Anomalie dürfte hier wesentlich in dem Ausschluss des eigenen Körpers aus dem Gesichtsfeld und somit im Wegfall des normalen Ausgangspunktes unserer Tiefenlokalisierung gelegen sein; und die Thatsache, dass die Fehler dem Sinne nach verschieden sind bei verschiedenen

Beobachtern (HELMHOLTZ, WUNDT), passt sehr wohl zu HERING's Meinung, der zu Folge sich die einzelnen Beobachter individuell verschiedene Ausgangspunkte (in der Form reproduzierter Tiefenvorstellungen) wählen, wie oben (S.132f.) ausgeführt worden ist. Wie die Anhänger der Muskelempfindungstheorie sich den Einfluss solcher Röhren, Diaphragmen oder Spalte zurechtlegen mögen, lässt sich schwer denken.

Der Haupteinwand gegen HERING's Theorie, dass dieselbe nämlich von der Lokalisation des Kernpunktes (Kernfläche) gar keine oder nur eine auf einen Zirkel hinauslaufende Erklärung geben könne, scheint somit erledigt. Es fragt sich, welchem Missverständniss dieser Einwand seine hohe Scheinbarkeit verdankt. Mir scheint nun dieses Missverständniss wesentlich in dem Doppelsinn zu liegen, welcher dem Satze anhaftet: „der Fixationspunkt ist der Nullpunkt der Tiefenlokalisierung.“ Dieser Satz ist dann richtig, wenn man mit ihm den Sinn verbindet: der Fixationspunkt ist dadurch ausgezeichnet, dass diesseits von ihm jede Zunahme der Doppelbilddistanz eine Vermehrung der Nähe, jenseits von ihm jede Zunahme der Doppelbilddistanz eine Verminderung der Nähe (Vermehrung der Entfernung) zur Folge hat. Man kann das auch so ausdrücken: damit ein Sehobjekt bei ruhender Konvergenz nach und nach alle möglichen Entfernungen vom Beobachter ohne Umkehr durchlaufe, muss sich in den physiologischen Ursachen dieser verschiedenen Entfernungen (nicht in den Entfernungsvorstellungen selbst, also nicht in den psychischen Daten) eine Variable stetig so ändern, dass ihr Werth einen Umkehrpunkt (Nullpunkt) durchläuft; diese Variable ist die Doppelbilddistanz und sie erreicht ihren Nullpunkt dann, wenn das bewegte Objekt den Schnittpunkt der Gesichtslinien passirt. Daraus folgt — und das ist es, was immer übersehen wird —, dass nur die physiologische Ursache der phänomenalen (ins Bewusstsein fallenden) Entfernungsänderung einen Nullpunkt hat, und nicht die (phänomenale) Entfernungsänderung selbst. Wenn bei ruhender Konvergenz ein äusseres Objekt sich von mir immer mehr und mehr entfernt, so macht auch der vorgestellte (phänomenale) Ort eine Aenderung durch, die nur in einem Sinne, also ohne Umkehr erfolgt, und nur das physiologische Zwischenglied (die Doppelbilddistanz) durchläuft einen Nullpunkt. Sofern also eine gar nicht ins Bewusstsein

fallende Variable einen Nullpunkt hat und sofern der Kernpunkt als ein Punkt des Sehraumes definiert wird, darf man auf keinen Fall sagen: der Kernpunkt hat den Tiefenwerth Null; im Sehraum giebt es überhaupt keinen Nullpunkt und kein Plus oder Minus, ebensowenig als man bei stetiger Intensitätszunahme einer Kälteempfindung sagen darf, diese Empfindung passire einen Nullpunkt, weil der Kälte erregende Körper etwa den Nullpunkt unserer Temperaturskala passirt hat. Spricht man lediglich von phänomenalen Tiefenbestimmungen, dann kann man von jedem beliebigen Punkt (nicht bloss vom Kernpunkt) konventionell festsetzen, dass man alles diesseits Gelegene „nahe“ nennt, alles jenseits Gelegene „fern“; aber in der Natur der Erscheinungen selbst ist das nicht begründet, in Bezug auf mich (meinen Körper) ist jeder Punkt „fern“, nur der eine mehr, der andere weniger. Für mancherlei physiologische Darstellungen, so z. B. gerade für die Darstellung der „relativen“ Lokalisation durch Disparation, kann es ganz unschädlich sein, sich jener ungenauen Ausdrucksweise zu bedienen und in übertragenem Sinne dem Kernpunkt eine Eigenschaft zuzusprechen, die gar nicht ihm, sondern seinem physiologischen Antecedens zukommt; handelt es sich aber gerade um das Problem der Lokalisation des Kernpunktes, dann wird jene übertragene Redeweise zur Quelle fortwährender Irrthümer.

Wenn STUMPF sagt: „Denken wir uns, die Netzhäute beständen nur aus den Centralgruben, so würde nach HERING Tiefe und dritte Dimension nicht empfunden“, so gebe ich das ohne Weiteres zu, aber nicht deshalb, weil in dem fingirten Falle diejenige Netzhautstelle übrig bleibt, die auch im normalen Falle nur die Tiefenvorstellung 0 (d. h. gar keine) liefern würde, sondern deshalb, weil hier die ganze Reihe von Orten wegfällt, die, mit den sichtbaren Theilen meines Körpers beginnend, die Verbindung zwischen mir und dem Kernpunkt herstellt, oder (wie man sich kurz ausdrücken kann) weil nichts da ist, relativ zu welchem der Kernpunkt lokalisiert werden könnte. Hält man einmal an dem Gedanken fest, dass jede Tiefenlokalisierung relativ zum eigenen Körper stattfindet und dass jedes Mehr oder Minder an Entfernung physiologisch nur in der Differenz zweier Doppelbildabstände begründet ist, dann versteht es sich von selbst, dass dort, wo es überhaupt nur zu einer

einzigsten Empfindung kommen kann (wie in dem fingirten Falle isolirter Foveae), eine Tiefenvorstellung nicht möglich sein kann.

Giebt man nun zu, dass in der oben dargestellten Weise ohne Voraussetzung eines bereits vorhandenen Raumsystems bloss auf Grund der Disparation und der Doppelbilder die sämtlichen Punkte des Sehraumes ihre Tiefenbestimmtheiten erhalten können, dann wird man ohne Zweifel zugeben müssen, dass wir von diesem Besitz auch in reproduktiver Weise Gebrauch machen können. In Fällen also, wo künstliche Bedingungen das normale Zustandekommen einer Tiefenvorstellung verhindern, wie z. B. wenn im leeren Gesichtsfeld ein Faden von unbekannter Dicke erscheint und von unserem Körper nichts sichtbar ist, dort wird man mit HERING auf frühere normale Fälle von Lokalisation rekurriren und reproduzirte Tiefenvorstellungen unter Umständen zum Ausgangspunkt für derartige Lokalisationen machen dürfen, wodurch ARBER's oben angeführtes Gegenargument seine Beweiskraft verliert.

VIII. Berichtigung eines Missverständnisses, die drei „Raumgefühle“ HERING's betreffend.

Ein weiteres, weniger belangreiches Missverständniss von Seiten ARBER's habe ich noch richtig zu stellen. ARBER nimmt Anstoss an den drei „Raumgefühlen“ HERING's, dem Breiten-, Höhen- und Tiefengefühle; diese drei Raumgefühle, aus denen HERING — ARBER zu Folge — die Raumempfindung eines Netzhautpunktes „komponirt“¹ sein lässt, seien unmittelbar nicht wahrnehmbar, überdies scheine auch jede Andeutung für ihre Existenz zu fehlen (a. a. O. S. 238). Ausserdem aber seien die Begriffe Breiten-, Höhen- und Tiefengefühl nur entstanden „durch Umsetzung von Breiten-, Höhen- und Tiefenwerthen

¹ ARBER S. 303.

auf der Netzhaut in psychologische Thatsachen“; HERING's Anhänger hätten nur Verhältnisse, die „auf der objektiven Seite der Forschung“ erkannt seien, in eine „bequeme psychologische Sprache“ umgesetzt und daher nichts Anderes ausgesagt, als was auf dieser „objektiven Seite der Forschung“ ohnehin schon erkannt worden sei (a. a. O. S. 238).

Was nun ARRER's Meinung betrifft, dass HERING jede Raumspezies aus drei Gefühlen „komponirt“ sein lasse, von welchen Gefühlen man nichts entdecken könne, so ist diese Ungereimtheit erst durch ARRER, nicht aber durch HERING entstanden. Ein Element, das einer n -fach ausgedehnten Mannigfaltigkeit angehört, ist eben dadurch nach n -Richtungen relativ bestimmt, wie z. B. die Lage eines Punktes in einer Ebene durch die Abstände von den zwei Achsen eines Coordinatensystems bestimmt ist. Damit wird aber nicht gesagt, dass jene zwei Beziehungen wie zwei Merkmale aufzufassen seien, die man in der Vorstellung dieses Punktes selbst entdecken müsste, da doch klar ist, dass sie ihm nur zukommen mit Beziehung auf die Gesammtheit der Punkte dieser Ebene. Anders hat auch HERING seine drei „Raumgefühle“ nicht verstanden. Zu fordern, dass man die drei Raumgefühle (ihr Vorhandensein vorausgesetzt) als Bestandstücke der einzelnen Raumempfindung erkennen müsste, da die letztere doch aus den ersteren „komponirt“ sei, das hätte in der That ebensoviel Sinn, als wenn Einer verlangen würde, die genaue Analyse eines menschlichen Individuums müsse erkennen lassen, dass dasselbe Vater, Schwager und Oheim sei. ARRER müsste konsequent auch daran Anstoss nehmen, dass WUNDT jede Gesichtsvorstellung hinsichtlich ihrer räumlichen Eigenschaften aus zwei Faktoren bestehend denkt: erstens aus der Orientirung der einzelnen Elemente zu einander und zweitens aus der Orientirung zum vorstellenden Subjekt, und dass WUNDT ausdrücklich erklärt, schon die Vorstellung eines einzigen Lichtpunktes enthalte diese beiden Faktoren.¹

ARRER hat aber auch Unrecht, wenn er meint, HERING sei bei Statuirung seiner drei „Raumgefühle“ nicht von der Analyse des psychologischen Thatbestandes ausgegangen, sondern

¹ WUNDT, Grundr. d. Psych., Leipzig 1896, S. 137.

habe gewisse physikalische Verhältnisse einfach in eine bequeme psychologische Sprache umgesetzt und damit nichts mehr ausgesagt, als was schon auf Seite jener physikalischen Verhältnisse erkannt worden sei. Der Ausgangspunkt aller auf die optische Lokalisation bezüglichen Ueberlegungen musste für Jedermann, und daher auch für HERING die psychologische Thatsache bilden, dass unsere Gesichtsempfindungen eine dreifache räumliche Variabilität zeigen und dass sie dies auch dann thun, wenn alle sekundären („empirischen“) Lokalisationsmotive und ferner auch alle Augenbewegungen ausgeschlossen sind (Fallversuch). Es handelte sich nun darum, für die psychologische Variabilität nach drei Dimensionen eine ebenfalls dreidimensionale Variabilität auf physiologischem Gebiete zu finden. Im psychophysischen Prozesse (wenn wir dieses Wort in der von FECHNER präzisirten Bedeutung verstehen) kann man eine solche Variabilität nicht finden, man kann sie in denselben nur hypothetisch hineintragen, weil wir vom psychophysischen Prozesse überhaupt nur das sekundär aussagen können, was uns primär die psychologische Analyse gezeigt hat. Eine „Erklärung“ kann also durch den Rekurs auf den „psychophysischen Prozess“ überhaupt nicht gegeben werden. In dem äusseren Reiz (wenn ich darunter den physikalischen Vorgang bis zum Beginn des physiologischen Stadiums verstehe) kann die Erklärung auch nicht gesucht werden, weil wir recht wohl wissen, dass physikalische Variable beim Umsatz in den physiologischen Vorgang verschwinden können, wie z. B. der physikalische Unterschied zwischen homogenem und polychromatischem, zwischen polarisirtem und nicht polarisirtem Lichte physiologisch bedeutungslos werden kann. Es bleibt also zur Erklärung dessen, was die psychologische Analyse ergibt, nur der terminale Reiz über. Da bot nun die flächenhafte Ausdehnung der Netzhaut ein willkommenes Mittel, wenigstens für zwei Dimensionen der psychischen Mannigfaltigkeit ein physiologisches Korrelat zu finden. Für die dritte, auf psychischem Gebiete konstatirte Veränderlichkeit (die nach der Tiefe) war die Grundlage im terminalen Vorgang nicht so leicht zu finden; sie ergab sich aber, sobald man erkannte, dass ein Punkt a der einen Netzhaut nicht bloss wenn er mit dem Punkte a' der anderen Netzhaut zugleich gereizt wird, eine örtlich einfache Empfindung zur Folge hat, sondern dass dieser Punkt a mit den Punkten eines

ganzen Bezirkes (des „korrespondirenden Empfindungskreises“ nach PANUM) der anderen Netzhaut gleichzeitig gereizt noch immer örtlich einfache Empfindungen ergiebt. Hierdurch war eine dritte physiologische (und zwar terminale) Variabilität gewonnen. Der haploskopische Versuch ergab leicht, dass diese physiologische Variation psychisch eine Ortsverschiedenheit nach einer dritten Richtung zur Folge habe.

Der Weg, den HERING und vor ihm PANUM und JOH. MÜLLER eingeschlagen hatten, hat also seinen Ausgang in der psychologischen Analyse genommen und die „Raumwerthe“, welche den Netzhautpunkten zugeschrieben werden, werden ihnen nur beigelegt mit Rücksicht auf die räumliche Variabilität der Empfindung, welche als das Primäre auf psychologischem Gebiete schon feststand — nicht umgekehrt, wie dies ARBER den Anhängern der HERING'schen Auffassung ohne jeden Grund zumuthet.

ARBER hat den Vorwurf, dass HERING und seine Anhänger, statt von der psychologischen Analyse vielmehr von physikalischen Verhältnissen ausgegangen seien und diese nur in eine bequeme psychologische Sprache umgesetzt hätten, offenbar gar nicht konsequent durchdacht; sonst müsste ihm (von meinen obigen Bemerkungen abgesehen) auch noch folgender Umstand aufgefallen sein: ein Punkt a der einen Netzhaut verschmilzt¹ nicht bloss mit einer Reihe querdissparater, sondern auch mit einer solchen längsdissparater Punkte. Die objektiven Zuordnungsverhältnisse wären also darnach angethan, eine Variabilität nach vier Dimensionen zu ergeben. Aber weder HERING noch seinen Vorgängern und Anhängern ist es eingefallen, von einem 4-dimensionalen Gesichtsraum zu reden — einfach weil die psychologische Analyse nur drei Dimensionen zeigt. Wären wirklich, wie ARBER glaubt, nur solche „auf der objektiven Seite der Forschung erkannte Verhältnisse in eine bequeme psychologische Sprache“ umgesetzt worden, dann

¹ Ich sage hier der Kürze halber „zwei Netzhautpunkte verschmelzen“, um den unbequemen Ausdruck zu vermeiden „zwei Netzhautpunkte haben die Eigenschaft, dass, wenn sie gleichzeitig gereizt werden, eine örtlich einfache Empfindung entsteht“.

wäre die Konsequenz eines 4-dimensionalen Sehraumes unvermeidlich gewesen.

IX. Ueber eine nothwendige Voraussetzung aller
„empiristischen“ Raumtheorien.

Zum Schlusse muss ich noch auf ein Bedenken zu sprechen kommen, das sich gegen jede Theorie erhebt, welche die primäre Quelle der Raumvorstellungen in Muskelempfindungen erblicken will. Ich habe an anderer Stelle¹ schon darauf hingewiesen, dass jede derartige Theorie eine graduelle Abstufung der Muskelempfindungen voraussetzen muss, die an Feinheit mindestens den Raumsinn der Netzhaut erreicht. Man mag was immer für eine Ansicht über die Natur der Lokalzeichen haben, jedenfalls sind sie nur Zeichen für Orte und nicht Ortsempfindungen selbst. Um diese Zeichen als Orte zu deuten, dazu ist natürlich ein System von anderen Empfindungen nöthig, die man sich meistens als Muskelempfindungen denkt. Die Lokalzeichen mögen nun so fein wie immer abgestuft sein — unser fertiges Raumsystem das wir nun einmal besitzen, kann in Bezug auf den Grad seiner Differenzirung nicht bloss von dem Differenzierungsgrade der Lokalzeichen abhängen, sondern es muss zugleich abhängen von dem Differenzierungsgrad derjenigen Empfindungen, vermittels deren wir die Lokalzeichen „auslegen“, nämlich der Muskelempfindungen; würden diese letzteren weniger differenzirt sein, so würde uns der denkbar höchste Differenzierungsgrad der Lokalzeichen nichts nützen, unser fertiges Raumsystem könnte an Feinheit das System der Muskelempfindungen nicht übertreffen. Man erlaube mir folgendes Gleichniss: angenommen, es käme Einer auf den Gedanken, die Instrumente eines Orchesters nicht „nach dem Gehör“ (und zwar nach dem des feinsten musikalischen Ohres) abzustimmen, sondern nach den besten physikalischen (also objektiven) Methoden, sodass also die Fehler

¹ *Zeitschr. f. Psychol.* Bd. VII, S. 148.

gewiss weniger als eine Schwingung betrügen — würde dann unser musikalisches Ohr von dem Spiel dieses Orchesters mehr befriedigt sein als beim üblichen Verfahren des Stimmens? Die Frage wird Jedermann verneinen; und auf die Frage nach dem Grunde wird Jedermann sagen: was nützt uns eine Herabsetzung der Stimmungsfehler, wenn unser Ohr, längst ehe die physikalische Genauigkeitsgrenze erreicht ist, schon keine Fehler mehr zu erkennen vermag? Was würde uns die feine physikalische Differenzierung nützen, da unser Ohr viel früher die Grenze der Differenzierung erreicht? Die Anwendung auf das Verhältniss von Lokalzeichen und Muskelempfindungen liegt auf der Hand. Es ist aber ebenso bekannt, dass, sobald wir die optische Kontrolle (beim Blinden die Hautsinnes-Kontrolle) ausschalten, unsere Bewegungen (auch die Augenbewegungen) eine geradezu enorme Einbusse an Feinheit der Abstufung erleiden, was doch nicht möglich wäre, wenn die uns vom Muskelsinn zukommenden Nachrichten die feine Differenzierung des ausgebildeten optischen Raumsystems besässen.¹ Man braucht (neben hundert anderen Beispielen) nur die Ergebnisse solcher 'Tiefenschätzungen', die mit Ausschluss der Netzhautdisparation vollzogen wurden, mit denjenigen zu vergleichen, die mit Hilfe der Disparation ausgeführt wurden.

Gegenüber diesem Bedenken, das ich in meiner vorerwähnten Arbeit schon angedeutet habe, bemerkt ARBER Folgendes:

„Man hat der hier vertretenen Theorie vorgeworfen, sie nehme Muskelempfindungen an, »denen Funktionen zugemuthet werden, die voraussetzen, dass ihre graduellen Abstufungen an Feinheit mindestens den Raumsinn der Netzhaut erreichen« (HILLEBRAND). Gewiss, sie thut dies mehr oder weniger. Aber wenn man diesen Einwand erhebt, möge man sich auch Folgendes überlegen: Erstens, wie würde es um unsere Fähigkeit, Raumverhältnisse zu unterscheiden, stehen, auch wenn sich diese aus Funktionen und Verhältnissen auf der Netzhaut erklären liessen, wenn dem Raumsinn derselben nicht ein ebenso fein abgestufter Bewegungsmechanis-

¹ Es müssten also bei Ausschluss der optischen Kontrolle Bewegungen im Ausmaasse von 10 bis 12 Winkelsekunden durch den Muskelsinn erkannt werden! Nun denke man aber an die groben, mehrere Grade betragenden Blickschwankungen, die uns im Dunkelzimmer gänzlich verborgen bleiben und so u. A. auffallende Täuschungen über die Lage periodischer Entladungsfunken verursachen — worauf ich schon früher aufmerksam gemacht habe (*Zeitschr. f. Psychol.* Bd. VII, S. 150f.).

mus zur Seite stünde? Und zweitens, ob es wirklich schwerer ist zu denken, es entspreche einem so fein abgestuften Bewegungsmechanismus ein ebenso fein abgestuftes System* von Muskelempfindungen, als es zu denken ist, dass jedem Netzhautpunkt eine Raumempfindung zukommt, die, abgesehen von ihrem Gesichtsinhalt, noch aus drei verschiedenen „Gefühlen“ komponirt ist?“

Was den zweiten Punkt anlangt, so will ich mit Niemandem darüber rechten, ob ein solches fein abgestuftes System von Muskelempfindungen „schwerer zu denken“ sei oder nicht; aber das ist gerade der Fehler jener Muskelempfindungstheorien, dass sie nur immer auseinandersetzen, wie man sich „denken“ kann, dass die räumliche Wahrnehmung entstanden sei, anstatt die Erfahrung zu fragen, ob wir denn wirklich beim Ausschluss der optischen Kontrolle ebenso genau über die Stellung unserer Gesichtslinien informirt werden wie bei Wirksamkeit dieser Kontrolle, eine Frage, die entschieden zu verneinen ist.

Von den drei verschiedenen „Raumgefühlen“ ist schon oben (S. 145) bemerkt worden, dass es Niemandem eingefallen ist, sie als phänomenale Eigenschaften der Raumempfindung anzusehen, sondern dass damit nur gesagt ist, dass die einzelne (einfache und nicht weiter aus Bestandtheilen „komponirte“) Raumempfindung ein Element in einer dreifach ausgedehnten Mannigfaltigkeit sei.

Was aber das erste Bedenken ARBER's anlangt („wie würde es um unsere Fähigkeit, Raumverhältnisse zu unterscheiden, stehen, auch wenn sich diese aus Funktionen und Verhältnissen auf der Netzhaut erklären liessen, wenn dem Raumsinn derselben nicht ein ebenso fein abgestufter Bewegungsmechanismus zur Seite stünde?“), so hat ARBER auch hier wieder das punctum saliens in meiner Argumentation nicht erfasst. Nicht die feine Abstufung der Bewegungen selbst habe ich bestritten, sondern die feine Abstufung der Empfindungen von diesen Bewegungen, d. i. hier der Muskelempfindungen. Es würde — darin hat ARBER Recht — schlecht stehen um unser Vermögen, Raumverhältnisse zu unterscheiden, wenn wir nicht im Stande wären, Augenbewegungen auszuführen, die so minimal sind, wie die kleinsten optisch erkennbaren Ortsunterschiede — und in der That können wir dies auch. Damit ist aber nur gesagt, dass wir unter der Leitung des Raumsinns der Netzhaut, also bei Vorhandensein der optischen Kon-

trolle unsere Augenbewegungen so fein abstufen können, nicht aber, dass auch beim Ausschluss der Netzhaut sich jene kleinsten Augenbewegungen nach Richtung und Ausmaass durch Muskelempfindungen verrathen müssen. Einen fein abgestuften Bewegungsmechanismus besitzen, heisst noch nicht über ein ebenso fein abgestuftes System von Muskelempfindungen verfügen — so sicher als „Bewegen“ noch nicht heisst die „Bewegung empfinden“.
